MANUAL PRÁCTICO MILITAR

PARA

LOS TRABAJOS EN LAS VÍAS FÉRREAS

MANUAL PRÁCTICO MILITAR

PARA LOS TRABAJOS

EN LAS VÍAS FÉRREAS

POR

DON FRANCISCO LOPEZ GARVAYO

Capitan de Ingenieros.

OBRA PREMIADA CON MEDALLA DE PLATA
en el concurso de 1879
y declarada reglamentaria para las escuelas de los regimientos de Ingenieros
por Real órden de 1.° de Julio de 1880.

MADRID:
EN LA IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS
1880

AL EXCMO. SEÑOR TENIENTE GENERAL

DON JOSÉ DE REYNA Y FRIAS,

DIRECTOR GENERAL QUE HA SIDO DEL CUERPO DE INGENIEROS,

En muestra de su profundo reconocimiento

EL AUTOR.

AL presentar al concurso del Cuerpo de Ingenieros en el año 1879 esta obra, se remitió acompañada de la comunicacion siguiente:

«Excmo. Sr. General Comandante general Subinspector de Ingenieros de Castilla la Nueva.=Excmo. Señor:=El deseo de facilitar la instruccion de los oficiales agregados á los regimientos de Ingenieros y la de las clases de tropa del montado, y al mismo tiempo el de estudiar los servicios que pueden prestar las compañías de ferrocarriles de reciente creacion, han sido las causas que han precedido á la ejecucion del trabajo que someto á la aprobacion de V. E. y de la Junta que dignamente preside.=La division de éste en dos partes obedece á las idéas expresadas, presentando en la primera de aquéllas la descripcion de los elementos que forman las vías férreas, así como la manera de construirlas y repararlas, al alcance de los conocimientos que en general poseen los oficiales de las armas generales, pudiendo servir además por los datos prácticos que he procurado reunir en ella, de recuerdo y consulta para los oficiales del Cuerpo.=La segunda parte de este escrito supone conocimientos más extensos que los necesarios para comprender la anterior, lo que es indispensable dada la

clase de trabajos á que ésta se refiere y en los que se comprenden cuantas operaciones pueden tenerse que ejecutar en las vías férreas en campaña.=Por carecer de tiempo para copiar de nuevo el manuscrito á causa de estar próxima la terminacion del plazo reglamentario en que ha de presentarse, se notan en él várias faltas é incorrecciones de escritura, así como otras referentes á detalles de explicacion y aclaraciones que al revisarlo he observado convendria hacer y que podrian hacerse si el trabajo, que respetuosamente presento á V. E., fuese de alguna utilidad.=Dios guarde á V. E. muchos años.=Madrid, 29 de Diciembre de 1879.= Excmo. Sr.:=Un oficial de Ingenieros.»

El Excmo. Sr. Director general del Cuerpo, al comunicar al autor de la obra el resultado del concurso, se dignó hacerlo en la forma expresada á continuacion:

«Direccion general de Ingenieros del ejército.=La junta calificadora de las memorias presentadas en el concurso de 1879, ha estimado que la redactada por V. con el título: «Manual práctico militar para los trabajos en las vías férreas», merece ser premiada con la medalla de plata y 500 pesetas en metálico.=Asimismo ha expuesto que si se adicionáse dicho trabajo con un capítulo relativo á la telegrafía de ferrocarriles, en cuyas líneas se usa únicamente el aparato Breguet; se aumentasen algunas prescripciones para la organizacion de toda clase de trenes y la descripcion del vagon de socorro; y se suprimiera lo referente á grandes reparaciones en puentes y túneles, toda vez que dichos trabajos requieren por punto general más tiempo y recursos de los disponibles en campaña, podria ser declara-

do el referido Manual, reglamentario para el servicio del Cuerpo.=Deseoso de hacerlo así, encargo á V. se sirva introducir en dicha memoria las ligeras modificaciones que dejo expresadas y que tan luego como lo verifique pase á mis manos el todo del trabajo para elevarlo al Ministerio de la Guerra.=Por último, al enviarle, como lo verifico, adjunta la recompensa al principio citada, que hallo tambien completamente justa y merecida, me complazco en manifestarle mi sincera satisfaccion por la distinguida prueba de celo, inteligencia y laboriosidad que ha dado, sin desatender en lo más mínimo el servicio que se halla á su cargo.=Dios guarde á V. muchos años.=Madrid, 17 de Marzo de 1880. =TRILLO.»

Estas dos comunicaciones, que expresan el objeto y plan de la obra, y la necesidad que habia de adaptarla á la actual organizacion de las tropas y medios de instruccion de que disponen, podrán servir para disculpar lo incompleto del trabajo: además, la consideracion de que los servicios de que se trata son completamente nuevos en los ejércitos, demostrará que sólo debe verse en este Manual un ensayo, que pudiendo servir de base para el estudio, y dando lugar á experiencias prácticas que comprueben ó modifiquen lo en él expuesto, facilitará á alguno la ejecucion de otra obra más completa y de mayor importancia y utilidad.

PRIMERA PARTE.

CONSTRUCCION DE LAS VIAS FÉRREAS.

CAPITULO PRIMERO.

MATERIAL DE LA VÍA.

I.—Descripcion de las vias férreas.—Diferentes elementos de que se componen.—II.—Plataforma de circulacion.—Modificaciones en las partes en pendiente y en curva.—III.—Puntos especiales de las vias.—Pasos de nivel, cruzamientos y cambios.—IV.—Placas giratorias.—Señales.—Postes indicadores.—Barreras.—V.—Estaciones.—Diversos aparatos y disposiciones especiales que hay que estudiar en ellas.—VI.—Herramientas y útiles que se emplean en la construccion de los caminos de hierro.

I.

Descripcion de las vías férreas.—Diferentes elementos de que se componen.

La forma general que tienen las vías férreas es la indicada en la figura 1, lámina 1; los trenes ruedan sobre carriles de hierro ó acero *a a*, apoyados en trozos de madera *b*, llamados *traviesas*, y éstos á su vez descansan sobre una capa de grava ó piedra partida, á que se dá el nombre de *balasto*.

Explanacion. A causa de las desigualdades del suelo, las traviesas y carriles no pueden sentarse directamente sobre el terreno natural, siendo necesario preparar éste, terraplenando sus depresiones, desmontando las partes demasiado elevadas y abriendo túneles en sus montañas, para modificar las pendientes y limitarlas á las que puedan admitirse en esta clase de caminos, necesitándose construir además las obras

de arte necesarias para salvar los obstáculos que los rios ú otros accidentes del suelo opongan á la continuidad de la vía.

A la faja de terreno preparada por medio de los desmontes y terraplenes para recibir los carriles y todos los demás elementos que constituyen la vía, se le dá el nombre de *explanacion*.

La explanacion presenta en sentido de su longitud unas partes en línea recta y otras en curva, y segun la forma del terreno estará hecha en desmonte, en terraplen, parte en desmonte y parte en terraplen, y áun en algunos casos sobre el terreno natural.

La disposicion y dimensiones que debe tener la explanacion en sentido trasversal, variará segun la parte de ella que se considere, pues necesitándose como una de las primeras condiciones en la construccion de las vías férreas, que éstas estén lo más secas posible, presentando fácil salida á las aguas de lluvia, es menester dar al terreno la forma más adecuada para conseguir este objeto. Esto se consigue, haciendo que la explanacion presente los perfiles marcados en las figuras 2, 3 y 4, correspondientes á los tres casos de estar hecha en desmonte, en terraplen, ó parte en desmonte y parte en terraplen.

En estos tres perfiles se vé que las líneas *c d* y *d c*, que marcan el fondo de la explanacion, se unen en el punto medio de esta *d*, que corresponde al eje del camino. Este punto debe estar á $0^m,47$ por bajo del nivel á que quedan las cabezas de los carriles despues de colocada la vía y los extremos *c c* á $0^m,53$ por bajo de la misma línea: hay, pues, una pendiente de $0^m,06$ en la explanacion á ambos lados del eje.

Esta pendiente sirve para verter las aguas de lluvia por el talud de los terraplenes ó en las cunetas *A* que existen en toda la longitud de la vía, si ésta está construida en desmonte.

Las *cunetas* tienen ordinariamente $0^m,40$ de profundidad, ó sea su fondo á $0^m,93$ por bajo del nivel de los carriles; $0^m,25$ de anchura en su parte inferior y de 1 metro á $1^m,10$ al nivel del terreno en *c m*.

Caja. Es la parte de la explanacion sobre las que ván colocadas las traviesas y carriles; su fondo está un poco más bajo que el nivel de los espacios que quedan entre el balasto en *n* y las cunetas.

La anchura de la vía, ó sea la separacion entre los bordes interiores de los carriles, es de $1^m,672$ en España, variando en los demás países entre $1^m,44$ y $1^m,83$.

La distancia entre los puntos *c c* de la explanacion es de 6 metros cuando el camino de hierro sólo tiene una vía, que es lo general en España, aumentando esta dimension en $1^m,80$ á lo ménos, si hubiesen de colocarse dos. Las demás dimensiones de la explanacion en este supuesto, son las mismas que para el camino de una sola vía.

Diferentes clases de vías. Segun la forma de los carriles que se emplean en la construccion de los caminos de hierro, varía su disposicion y el método de construirlos.

Dos son las clases de carriles generalmente usados: el americano ó Vignole y el de doble T, y segun se emplea uno ú otro, así la vía toma uno ú otro nombre y exige distintos elementos en su construccion. La principal diferencia que hay entre ambas clases consiste en que los primeros se sientan directamente sobre las traviesas, y los segundos necesitan una pieza intermedia, llamada cojinete, para su union con aquéllas.

Los diferentes elementos que entran en la construccion de las vías férreas del uno ú otro sistema, son los siguientes:

Carriles. Los carriles son barras de hierro ó acero de diversas formas y dimensiones, pero los que más se emplean son los que representan las figuras 5 y 6, y en algunos puntos especiales el de la 7.

El primero es el de doble T, el segundo el americano, de zapata ó Vignole, y el tercero se llama carril Brunell.

En el de doble T, usado actualmente, las dos cabezas de la T son semejantes, de modo que el carril puede servir en su posicion natural ó invertido, y en cada una de estas posiciones por sus dos lados. El carril Vignole sólo puede colocarse para que sirva por los dos lados de su cabeza; en éste, se llama zapata la base ó parte plana inferior; alma del carril, en ambos, es la parte comprendida entre las dos cabezas en el de doble T, ó entre la suya y la zapata en el Vignole.

El carril Brunell es hueco, de la forma indicada, y su aplicacion más usual hoy es para las plataformas giratorias y puentes.

Los carriles representados en las figuras 5 y 6, cuando son de hierro, pesan uno y otro próximamente 36 kilógramos por metro: los de doble T tienen ordinariamente $5^m,50$ de longitud y se hacen algunos de $5^m,46$ para emplearlos en las curvas; su altura es de $0^m,132$, y tienen $0^m,060$ de anchura en sus cabezas y $0^m,018$ en el centro. A los carriles del sistema Vignole se les dá 6 metros de longitud, y á los cortos, para las curvas, $5^m,90$: su altura es de $0^m,130$, la anchura de la zapata $0^m,10$, la de la cabeza $0^m,060$ y $0^m,016$ la de la parte central. Todos ellos llevan en cada uno de sus extremos dos agujeros en la forma que se vé en la figura 9, lámina 2, los que sirven para poder unir unos á otros los de cada fila de las vías. Estos agujeros están situados el primero á $0^m,072$ del extremo del carril, y los otros á $0^m,9$ de éstos en los carriles Vignole y $0^m,10$ en los de doble T.

En los primeros, el centro de los agujeros está á $0^m,057$ sobre la cara inferior de la zapata, y en el de doble T en el eje del carril. Su diámetro es de $0^m,036$, para que quede un hueco entre ellos y el perno que se pasa por los mismos, y que tiene $0^m,025$ de diámetro.

Las longitudes indicadas para los carriles son las que hasta ahora se empleaban; mas sin embargo, en la actualidad, en la línea del Mediodía en Madrid se usan carriles Vignole de 6 metros y $5^m,95$ para las curvas, y los Brunell tienen $7^m,40$; $7^m,30$; 7 metros y 6 metros; en la estacion del Norte la longitud normal de los carriles es de $6^m,20$, siendo los cortos de dos dimensiones, que son de $5^m,20$ y $4^m,16$, y además usan para algunos puntos especiales trozos de $0^m,75$ de longitud solamente.

Los carriles de acero son más delgados que los anteriores, y pesan 31 kilógramos por metro; su altura es de $0^m,120$ y la anchura de su cabeza $0^m,053$.

Contracarriles. Se llaman así unos trozos de carril *a a* (figura 8), que se colocan paralelamente á los carriles de las vías y á una distancia de ellas de $0^m,05$, y cuyo objeto es guiar las ruedas de las locomotoras y vagones en algunos puntos especiales en que podrian tomar otra direccion ó impedir que queden enterrados ó cubiertos en parte los carriles en los puntos en que atraviesan la vía otros caminos.

Los contracarriles suelen tener de 3 á 5 metros de longitud, y sus extremos están ligeramente encorvados hácia el eje de la vía, con objeto de que las ruedas de los vagones no choquen con ellos y entren bien en el espacio que queda entre éstos y el carril. La parte encorvada *a* debe tener $0^m,50$ de longitud y la curvatura suficiente para que su extremo se separe del carril á que se une, una cantidad doble de la separacion de éste al contracarril, ó sea $0^m,10$. El rádio de la curva con que se consigue esto, viene á ser de $1^m,75$ á 2 metros.

Patas de liebre ó ancas de rana. Son unos contracarriles encorvados de la forma *a b c* (figura 9), á los que se dá este nombre por la disposicion particular que tienen. Su longitud es variable, así como tambien varía el ángulo *a b c* (figura 13), que forman sus dos ramas *a b* y *b c*. En los extremos *a*, *c*, las patas de liebre están encorvadas como los contra-

carriles, y en su centro *b* tienen un espacio de $0^m,60$, redondeado segun una curva de 6 metros de rádio.

Agujas. Las agujas (figura 15) son carriles de una longitud que varía entre 4 y 6 metros, y que en general suele dárseles la de 5 metros, cepillados ó adelgazados por una de sus caras, para darles una forma de cuña. La cara del carril que conserva su perfil ordinario, tiene un pequeño chaflan *a* de $0^m,01$ de altura y de $0^m,40$ á $0^m,50$ de longitud en el extremo próximo á la punta, con objeto de que se una bien la aguja al carril á cuyo lado se coloca: *punta* se llama el extremo adelgazado del carril, y *talon* el opuesto. Las agujas llevan tres ó cuatro agujeros, como los dos que se vén en la figura, los que sirven para la union de cada par de ellas, por medio de unas varillas. La colocacion de estos agujeros varía segun las dimensiones de las agujas y modo de union que se emplea.

A las agujas se les dá el nombre de derechas ó izquierdas, segun estén cepilladas por una ú otra cara, y para clasificarlas se hace mirándolas de la punta hácia el talon, conforme al lado que estén del observador. Su zapata está acodada en el centro y en la parte exterior y forma un codo que dá una separacion de $0^m,018$ en el punto medio de la recta que une los extremos de la aguja: el otro lado de la zapata debe estar en línea recta desde la punta al talon.

Carriles de costado ó contra-agujas. Son carriles ordinarios, de 6 metros de longitud, que tienen una entalladura ó muesca hecha en una de sus caras, donde pueden entrar las puntas de las agujas que á ellos se unen, con objeto de preservarlas de los choques. Suelen llevar además unos tacos ó botones, en los que se apoyan las agujas, para impedir que se doblen por el paso de los trenes: tambien tienen dos agujeros para el paso de los tirantes de aquéllas, y cuya situacion varía segun la colocacion que se dé á éstos. La entalladura que se hace al carril empieza en general á

1 metro de su extremo, y á partir de este punto vá disminuyendo su profundidad hasta el otro extremo. Como á las agujas, á cuyo lado ván, se los conoce con los nombres de *derechos é izquierdos*.

Cruceros ó corazones. Se dá este nombre á la punta *m* formada por la union de dos trozos de carriles (figuras 9, 10, 11 y 12) bajo un ángulo agudo que suele tener de 6° á 9°. Si efectivamente se quisieran unir los extremos de dos carriles bajo estos ángulos, sería preciso cortarlos en chaflan, lo que haria que la punta que formasen tuviera muy poca resistencia y con objeto de evitar este inconveniente se sustituyen los trozos de carril que debian cortarse, por una pieza de hierro fundido ó acero, á la que se dá la misma forma que resultaria de unir aquéllos, la que tiene la ventaja de presentar mayor resistencia y más facilidad de colocacion.

Esta pieza no tiene su cara superior horizontal sino inclinada como se vé en la figura 10, estando la punta *n*, llamada *punta de diamante*, algo más baja que el nivel ordinario de los carriles y desde ella vá aumentando la altura suavemente hasta alcanzar la de aquellos á que se ha de unir.

El ángulo bajo el cual pueden cortarse los carriles que forman un corazon, es muy variable, pero para facilitar el empleo de las piezas de hierro fundido es preciso adoptar tipos que se apliquen á los casos más generales. Los diferentes modelos adoptados se clasifican por el ángulo que forman sus ramas, y así, por ejemplo, se dice un corazon tangente $0^m,10$, tangente $0^m,08$; esta denominacion representa lo siguiente: Si en el corazon (figura 10) se tienden dos cuerdas AB y CB sobre sus dos lados, se obtiene en su encuentro un punto B algo distante de la punta real de los carriles. Si desde este punto B se mide 1 metro en la direccion BA y perpendicularmente á esta línea se toma la anchura ca del corazon, esta magnitud ca igual á $0^m,10$, á $0^m,08$, etc., segun los casos, indica un corazon tangente $0^m,10$, $0^m,08$, etc. Ge-

neralmente en España sólo se emplean dos tipos, los de $0^m,09$ y $0^m,12$.

A los corazones ván unidos dos trozos de carriles *b b* en forma de patas de liebre y el espacio que queda entre éstas y la punta de diamante se llama *juego del corazon*.

Cuando se emplean piezas de hierro fundido ó acero, las partes de las patas de liebre próximas al corazon ván fundidas con él, como se vé en la figura 11, y estas piezas tienen en su base unos agujeros *c* que sirven para clavarlas en las traviesas y unos rebajos donde entran los extremos de los carriles á que se unen el corazon y las patas de liebre: pueden tambien ser todas las partes que forman los corazones independientes, como indica la figura 12, en cuyo caso el corte de los carriles sería el que se vé en la misma en *m*; tambien podria ser esta punta *m* (figura 9) de acero fundido y unirse á ella las patas de liebre con tornillos: en este caso, las dos ramas *A* y *C* suelen tener distinta longitud. Las ramas del corazon y los extremos de las patas de liebre, llevan siempre los agujeros que se ven en la figura 9.

Cruzamientos dobles. Cuando dos carriles en vez de unirse bajo el ángulo agudo que forma el corazon se cortan bajo el mismo ángulo, pero de modo que haya que dejar paso entre ellos á los rebordes de las ruedas, uno de los carriles *m* (figura 13) encorvado, pasa á reemplazar la prolongacion del otro, y á este *n*, ó se le dá el corte indicado en la figura, en cuyo caso resulta terminado en una punta *p* demasiado afilada, ó se le varía de forma doblándolo en su extremo, de modo que presente mayor resistencia. Además, en el espacio que média entre ambos carriles necesitan guiarse las ruedas cuando han de pasar del uno al otro, *m* á *n*, y para ello hay que poner contracarriles, resultando el conjunto que se vé con más detalles en la lámina 7, figuras 49.

Los carriles así cortados serían difíciles de colocar, y por

lo mismo, á semejanza de lo que se hace en los corazones, se sustituyen por piezas de hierro fundido ó acero de la forma de la figura 14, y en éstas se adoptan tambien vários tipos de ángulos para que puedan emplearse las que se construyen en los distintos casos que se presenten. Como las piezas fundidas de la longitud *a c* resultarian demasiado largas, se las hace en dos partes que se unen del modo indicado en *b*. Pueden tambien en estos puntos aceptarse disposiciones análogas á las expresadas en las figuras 9 y 12 para los corazones.

Bridas. Para unir los extremos de cada dos carriles consecutivos, se emplean placas rectangulares de fundicion, á las que se dá el nombre de *bridas* (figura 16, lámina 3), las que se colocan sobre las dos caras de aquéllos, es decir, una interior y otra exteriormente á la vía: estas placas llevan cuatro agujeros espaciados cada dos á la misma distancia que los de los extremos de los carriles, para que por ellos puedan pasar los pernos que las sujetan, y entre los del centro hay una distancia algo mayor que la longitud de las dos cabezas de los carriles por el huelgo que ha de quedar entre ellas. De las dos bridas que componen cada pareja (figura 17), una tiene una ranura *c c*, donde entran las cabezas de los pernos para que no giren cuando se aprieten sus tuercas.

Como por su posicion las bridas han de tener la forma del perfil de los carriles para que agarren bien, las que se emplean en los de una clase no pueden servir para los de otra, si bien todas ellas son análogas. Para que la union de los carriles sea sólida, es menester que las bridas apoyen bien en toda su extension, y que las tuercas de los pernos se aprieten con fuerza, sin tocar á los bordes del agujero de los carriles para que permitan las dilataciones.

Las bridas que se emplean para los carriles Vignole tienen en general la forma de la figura indicada, si bien las hay de diversos tipos; en éste su longitud es de $0^m,45$, de $0^m,015$

á $0^m,020$ su espesor y $0^m,08$ su ancho, pesando cada par de 7,50 á 8 kilógramos: los dos agujeros del centro están espaciados á $0^m,15$, y los otros á $0^m,10$, en las que sirven para los carriles de doble T, y á $0^m,09$ en las del Vignole.

La figura 16 representa un corte de las bridas unidas á un carril: la cabeza del perno se vé embutida en la ranura y éste pasa libremente por el agujero, que tiene $0^m,027$ de diámetro.

Traviesas. Otro de los elementos más importantes en la construccion de los caminos de hierro son las traviesas, que en general se usan de madera, empleándose la encina, abeto, pino, roble y haya. Su forma puede ser cualquiera de las indicadas en la figura 18, ó sea de una seccion semiredonda ó rectangular. De éstas, las semiredondas son las más usuales, pues áun cuando exigen más trabajo para abrir en ellas las cajas en que se apoyan los cojinetes ó carriles, se aprovecha mejor la madera que en las rectangulares, conviniendo las últimas para las juntas de los carriles y puntos especiales de las vías, en que se necesita que estén labradas con mayor regularidad y precision.

Sus dimensiones son de $2^m,80$ á 3 metros de longitud, de $0^m,20$ á $0^m,24$ de anchura, y $0^m,14$ á $0^m,15$ de grueso, clasificándoselas segun su tamaño, en de primera, segunda y tercera clase.

A las llamadas *de junta*, que son las que corresponden á los puntos de union de los carriles, se les dá en general más anchura, siendo ésta de $0^m,32$ á $0^m,34$. Las empleadas en los puntos en que se cruzan varias vías, tienen mayores dimensiones que las ordinarias, y reciben el nombre de *cachas*: su longitud es variable, segun el sitio en que se colocan, su anchura es de $0^m,35$ y $0^m,16$ su grueso: en ningun caso deben tener más de $0^m,35$ de ancho, pues sería difícil arreglar bien el balasto debajo de ellas. Todas las traviesas deben ser derechas, pues si estuviesen alabeadas, además de ser muy difí-

cil sentar los carriles con regularidad sin abrir en ellas grandes cajas que las debiliten, no es fácil que tomen buen asiento; tampoco deben estar encorvadas en ningun sentido, desechándose las que presenten una curvatura algo pronunciada (1).

Dados de piedra. Pueden emplearse en vez de traviesas para sostener los carriles, trozos de piedra en forma de sillarejos, de base cuadrada, que suelen tener de $0^m,45$ á $0^m,75$ de lado, y de $0^m,25$ á $0^m,40$ de espesor: para las juntas de los carriles se hacen en general rectangulares, y de $0^m,90$ de longitud.

Se colocan unas veces paralelos al eje del camino (figura 19), y otras en diagonal, y espaciándolos de 1 metro á $1^m,25$ de eje á eje; los de las dos filas de carriles son independientes, pero en las curvas se unen unos á otros por varillas de hierro, como está indicado en la figura.

Los carriles se sujetan á los dados por medio de escarpias ó cojinetes clavados en unos agujeros abiertos en la piedra, y rellenos con cuñas de madera alquitranadas.

Estos soportes, así como otros metálicos que en forma de platillos unidos por tirantes de hierro se han empleado algunas veces, son poco comunes, y en general sólo se usan las traviesas, y en sustitucion de éstas, largueros de madera de $0^m,25$ á $0^m,30$ de anchura, colocados bajo los carriles en sentido de su longitud en algunos puntos especiales de las vías.

Cojinetes. Para unir los carriles de doble T á las traviesas, se emplean los *cojinetes*, que son unas piezas de hierro fundido, compuestas en general (figura 20) de una base *a* plana en su cara inferior, que es la que se apoya sobre las traviesas, y que en la superior sirve de sosten á dos salientes ú

---

(1) La flecha de curvatura no debe ser mayor de $\frac{1}{20}$ del ancho ó grueso de la traviesa, segun en el sentido en que ésta esté encorvada.

orejas *b*, *b'*, que dejan entre ellas un hueco donde puede entrar el carril y la cuña de madera *d* que se pasa para sujetarlo. Cada una de estas orejas está sostenida por dos refuerzos ó contrafuertes *c*, entre los que hay practicados en la base del cojinete unos agujeros *n*, por donde pasan los pernos que le clavan á la traviesa.

La base *a* debe ser lo bastante resistente para poder soportar la presion producida por el paso de los trenes sobre los carriles: el espacio que dejan entre sí las orejas *b*, *b'*, debe tener el fondo cóncavo y de la misma forma que la cabeza del carril para que ésta encaje bien; la oreja interior *b'* está encorvada, de modo que sólo toca al carril en los puntos más salientes de las dos cabezas, y la exterior *b* vá inclinada ligeramente hácia el interior, para facilitar la presion de la cuña *d*, colocada entre ella y el carril.

La disposicion expresada es la más general, pero se hacen cojinetes de tantas especies como clases de carriles hay y combinaciones pueden hacerse con los mismos, pudiendo citar entre otros los de simple y doble T, sencillos ó intermedios, que son los que se colocan sobre las traviesas ordinarias, y los de junta para las uniones de los carriles (figuras 21 y 25), cuando éstas no se sujetan con bridas, que es lo más usual. Estos cojinetes de junta pueden ser tambien mixtos para la union de un carril Vignole con otro del sistema Brunell, uno Vignole con otro de doble T, etc., diferenciándose unos de otros en que entre sus orejas dejan el espacio suficiente y de la forma apropiada segun los carriles que han de contener.

En los puntos especiales de las vías en los que se colocan contracarriles, y en los cambios y cruzamientos, los cojinetes han de tener una disposicion especial para que puedan servir de apoyo al mismo tiempo al carril y contracarril ó al carril y las agujas de los cambios.

La figura 27, lámina 4, representa un cojinete, que puede

servir al mismo tiempo de brida con los carriles de doble T; éste es de poco uso, pues se acostumbra poner las juntas sostenidas con bridas ordinarias.

Los cojinetes usados en los puntos de las vías en que hay necesidad de colocar carriles y agujas, se dividen en dos clases, denominadas de *talon ó rotacion* y de *friccion*: los primeros son los que unen los carriles de la vía y el talon de las agujas, de modo que permitan el pequeño juego que han de tener éstas, y los de friccion sirven para sujetar los carriles de costado y las agujas, pero presentando una superficie en la cara superior de la base para el movimiento.

Cojinetes de friccion. Estos (figuras 22, 23 y 24) presentan formas sumamente sencillas; no tienen más que una oreja, á la que se sujeta el carril de costado con un perno, y la aguja resbala sobre la base *m*, la que debe tener la anchura suficiente para permitir el movimiento, y con este objeto, ó se emplea un solo modelo de cojinetes con el desarrollo máximo en la base del movimiento de la aguja, ó varios de distintas dimensiones, cuya longitud va disminuyendo desde el que se coloca en la punta de las agujas hasta el de talon. Para las puntas suele emplearse el de la figura 24, que dá mayor superficie de apoyo.

Cojinetes de talon. En lás vías construidas con carriles de doble T, si las juntas del carril de costado y la de la aguja pueden ir en distintos cojinetes, el primero se sienta como de ordinario, y la aguja se sujeta por un cojinete de la forma figura 25 con un solo perno, y por otro, el extremo del carril unido á la aguja. Si se usa un solo cojinete para los dos carriles, el talon de la aguja y el extremo del carril que forma la prolongacion de ésta se unen en una de sus caras (figura 26) por una oreja *a* de fundicion que tiene el cojinete, y en la otra por una brida, cuyos pernos tienen el juego necesario para permitir el movimiento: el carril de costado vá en la posicion *b* como de ordinario.

Para los carriles del sistema Vignole, el cojinete de rotacion que se suele emplear consiste (figura 28) en una placa de fundicion *a*, en la que descansan los extremos del carril contra-aguja, de las agujas y de los carriles ordinarios unidos á éstos; todos ellos se sujetan por bridas colocadas contra las caras exteriores, y su separacion se mantiene por medio de dados de hierro fundido *b*, situados entre ellos; las bridas se unen por pernos que atraviesan los dados y tienen el juego suficiente para el movimiento de las agujas: tambien podia emplearse la disposicion de la figura 29, que es análoga, pero en la que el taco de hierro *m* es de menor dimension.

Cuñas. Sirven para sujetar los carriles en una posicion invariable entre las orejas de los cojinetes; deben ser de encina bien seca, sin corteza y aserrada al hilo. Su espesor aumenta uniforme y ligeramente desde su extremo á la cabeza, cuyas aristas están achaflanadas para que no se hiendan por los golpes que se dán para introducirlas entre el carril y las orejas: tienen la cara interior labrada de manera que se aplique exactamente contra los carriles, y la exterior una inclinacion análoga á la correspondiente del cojinete.

Las dimensiones son $0^m,250$ próximamente de longitud, y tienen $0^m,05$ de diferencia de anchura en sus cabezas; pesan 0,900 kilógramos.

Hay cuñas *derechas é izquierdas*, las que se distinguen por la forma de sus aristas, pues las correspondientes á la cara que apoya contra el carril han de estar achaflanadas para el contacto de éste con la cuña.

Cabillas, escarpias, tirafondos y pernos. Para unir los cojinetes á las traviesas se emplean piezas de madera ó hierro (figuras 30 y 31) llamadas *cabillas*, que tienen una forma ligeramente troncocónica y están terminadas en su parte inferior por una punta, por un corte ó sencillamente por una seccion recta y en su cabeza superior terminan por una

semiesfera forjada al mismo tiempo que la cabilla, cuando ésta es de hierro.

Las de madera tienen la forma de la figura 30 y son poco usadas; la figura 31 presenta la disposicion que se les dá cuando son de hierro, en cuyo caso pesan 0,440 kilógramos.

Las *escarpias* (figura 32) son de hierro y tienen su cabeza saliente y muy sólida para que se aplique sobre la zapata del carril, y la sujeten bien, evitando que se mueva: á veces terminan por un filo normal á las caras laterales de la cabeza, con objeto de que éste corte las fibras de las traviesas y no las raje cuando no estén bien agujereadas; sus dimensiones son $0^m,15$ de longitud y $0^m,018$ de grueso, pesando por término medio $0^m,385$ kilógramos.

Los *tirafondos* (figuras 33 y 34) son unos tornillos de hierro que se suelen usar en vez de las cabillas y escarpias y se introducen en los agujeros de las traviesas, cuidando de no dar golpes que pudieran romper sus estrías. Al de la figura 33, á causa del saliente que tiene en su cabeza y que sirve para que no se pueda golpear sobre él, le llaman los obreros *tirafondo de moño*: su longitud es de $0^m,12$. Para clavar los corazones hay otros tirafondos de $0^m,20$ de largo y los de las patas de liebre tienen $0^m,16$.

Los tirafondos sujetan mejor los carriles que las escarpias, pero como salta con frecuencia su cabeza, conviene más emplear las escarpias.

Pernos. Los *pernos* (figura 35) que unen cada par de bridas, se componen de una barra cilíndrica terminada en un extremo por una cabeza cuadrada y en el otro por un tornillo, donde se fija una tuerca: tienen un diámetro 1 á 2 milímetros menor que el de los agujeros por donde han de pasar, y pesan $0^m,408$ kilógramos; la tuerca afecta la misma forma que la cabeza del perno.

Para los cojinetes de talon hay otros pernos (figura 36) semejantes á éstos, pero de mayores dimensiones, por nece-

sitar tener una longitud tal que puedan abrazar los carriles y agujas.

Planchas de junta. En algunas vías se usan placas de hierro (figura 37), que se colocan entre el carril Vignole y las traviesas, con objeto de impedir que la zapata del carril se clave en éstas y las estropee. Estas planchas son planas y tienen sus cuatro agujeros, donde se introducen las escarpias que las fijan á las traviesas, en una de las posiciones marcadas en la figura; además llevan unos rebordes entre los que cogen la zapata del carril: sus dos caras son unas veces paralelas y en otras la superior presenta la inclinacion conveniente para que el carril quede con la que se le debe situar.

Además de estas planchas, que se colocan bajo las cabezas de los carriles cuando las juntas quedan sobre las traviesas, hay otras más pequeñas que sirven para las intermedias: en general no se emplean ni unas ni otras más que en los carriles que corresponden á los puntos en que se cruzan las vías.

Balasto. Este material lo forma la grava, la piedra machacada ú otras materias análogas é inalterables á la humedad; los elementos que le componen deben pasar por una criba, cuyos agujeros tengan á lo más $0^m,06$ de diámetro. Si se emplea la piedra machacada, debe estar desprovista de partes terrosas y áun de arena, puesto que el balasto debe dejar pasar el agua de lluvia á la explanacion para mantener la vía seca y resistir al hielo, las acciones mecánicas y los trabajos de entretenimiento y conservacion que contínuamente se ejecutan, y en los que es preciso removerle. El mejor balasto es el de grava de rio; tambien es bueno el de varios productos artificiales, como trozos de ladrillo y escória de fundicion: el ladrillo reducido á cascote tiene el inconveniente de que si no es recocho se reduce pronto á tierra.

II.

Plataforma de circulacion.—Disposicion general.—Modificaciones que recibe en las partes en pendiente y en curva.

Al conjunto formado por la union de los carriles y traviesas dispuestos sobre la explanacion, y en la caja abierta en ella, de modo que puedan pasar sobre él los trenes, se le conoce con el nombre de *plataforma de circulacion*. En ésta hay que examinar las distintas partes que en la explanacion se presentan, segun el terreno esté horizontal ó en pendiente, en línea recta ó en curva, pues estos accidentes modifican la disposicion en que se colocan los diferentes elementos de las vías.

Partes de nivel y en línea recta. Sobre la explanacion vá extendida una capa de balasto, de una altura que varía entre $0^{m},2$ y $0^{m},4$, segun sea más ó ménos húmedo el terreno en que se sienta la vía, y enterradas en él y colocadas normalmente al eje del camino, se encuentran las traviesas, distribuidas de modo que corresponden de 6 á 8, segun la cantidad que de ellas se tiene, bajo cada carril, y en éstos se espacian de manera que resulten más próximas las que estén cerca de los extremos que las intermedias entre ellas, y aún más unidas que las demás la de cada extremo de un carril con la primera del siguiente, si es que las juntas no apoyan sobre una traviesa, pues en este caso, en estos puntos (figura 38, lámina 5) se emplean las traviesas más gruesas, y las próximas á éstas son las que están más unidas que las demás.

Sobre las traviesas ván clavadas dos filas de carriles, que si son del sistema Vignole están colocados en un rebajo ó caja hecho en la misma, y sujetos como indica la figura 39, por medio de escarpias *a*, ó tirafondos *b*, y si se emplean los

de doble T, entónces entre éstos y aquellas están los cojinetes (figura 40), que se fijan á las últimas con tirafondos ó pernos, y en los que se sujetan los carriles con cuñas *a*: la distancia entre los bordes interiores de las dos filas de carriles es de $1^m,672$.

Los extremos de cada dos carriles, colocados uno en prolongacion de otro, no se tocan, sino que dejan un espacio entre sí de $0^m,015$ próximamente para la dilatacion que pueden sufrir por las variaciones de temperatura, y contando con ésta están dispuestos los agujeros que se abren en sus extremos para los pernos de las bridas que los unen.

Las juntas pueden estar apoyadas sobre las traviesas, ó corresponder al espacio que queda entre dos de ellas; ambos sistemas se emplean indistintamente para los carriles Vignole, y en los de doble T se acostumbra que queden entre las traviesas, para no tener necesidad de emplear cojinetes especiales. El colocar las juntas apoyadas ó en falso no tiene importancia para la estabilidad de la vía, siendo indiferente usar una ú otra disposicion.

Las uniones de las dos filas de carriles se suelen corresponder siempre una enfrente de otra sobre la misma traviesa ó en el mismo intervalo de ellas; esto proviene de la igualdad en las longitudes y de que los dos primeros de las vías tienen sus cabezas sobre una perpendicular al eje del camino; sin embargo, no es indispensable que las juntas se correspondan, pudiendo sin inconveniente alguno, en caso de que convenga, ponerlas alternadas (1).

---

(1) Cuando las juntas de las dos filas no se corresponden una enfrente de otra, parece que las sacudidas causadas por la flexion de los carriles al pasar sobre sus extremos los trenes, deben ser menores que en el otro caso, pues de este modo las dos ruedas de un mismo eje no apoyarán al mismo tiempo sobre las juntas, y cada coche tendrá siempre tres ruedas sobre la parte más resistente de los carriles.

De todos modos, en las líneas que en América se han construido con juntas cruzadas, no se ha notado perturbacion alguna en el servicio, ni mayor trabajo en el entretenimiento de las vías.

Los carriles, tanto los Vignole como los de doble T, no están colocados verticalmente sobre las traviesas, sino inclinados en $\frac{1}{20}$ hácia el interior de la vía, cuya inclinacion en el segundo la dá el cojinete, y en el primero la caja que se abre en las traviesas: la capa de balasto en que éstas están enterradas las cubre enteramente, de modo que sobre el terreno sólo aparecen las cabezas de las dos filas de carriles.

Modificaciones en las curvas y pendientes.—Curvas. La disposicion de los carriles y traviesas en las partes curvas del camino, sufre algunas variaciones por la necesidad de atender á ciertas condiciones que deben tenerse en cuenta para que la vía no sufra alteracion por el paso de los trenes, y éstos puedan marchar en las condiciones ordinarias.

Por regla general, los extremos de cada par de carriles, uno de la derecha y otro de la izquierda de la vía, se encuentran sobre una misma traviesa colocada en una posicion *d b-c a* (figura 41), normal al eje del camino. Es evidente que no se satisfaria esta condicion si se construyesen las dos filas *m n*, *p q*, con carriles de la misma longitud, y para salvar esta dificultad es para lo que se colocan algunos de menores dimensiones, que se combinan con los ordinarios en la fila interior, con objeto de emplear el mismo número de ellos en las dos que tienen distinto desarrollo.

Como en las partes rectas, en las curvas, no ès indispensable que las juntas estén sobre la misma traviesa, pudiendo ponerlas alternadas como indica la misma figura 41, en la que podria haber un solo carril entre *p* y *q* con las juntas en las traviesas *d b* y *c a* y dos partes de carriles de *m* á *n* con su junta sobre *r s;* para esta disposicion es para la que está indicada la separacion de las traviesas que se puede ver en la figura: pueden tambien estar las juntas en falso, y en este caso conviene más que no se correspondan en el mismo espacio las de las dos filas.

La línea interior de carriles, ó sea la correspondiente á la curva de menor rádio, está colocada siempre á la altura ordinaria de la vía, pero la exterior está más elevada, con objeto de que se inclinen los trenes al pasar por ella hácia el interior, evitando así la accion de la fuerza centrífuga. Esta mayor elevacion, que empieza á ganarse por los dos extremos á partir de algunos carriles anteriores á la parte curva, varía segun el rádio de ésta y la velocidad con que deben marchar los trenes: para una curva de 1000 metros de rádio, con trenes que marchen á gran velocidad, la diferencia de altura en los carriles es de $0^m,075$; para velocidad mediana y el mismo rádio, $0^m,50$; y con pequeña velocidad, $0^m,040$ (1).

Para rádios distintos del expresado se multiplican estas cantidades segun la velocidad por $\frac{1000}{R}$, siendo R el rádio de la curva cuya diferencia de nivel se busca.

Colocados de este modo los carriles, quedan en la posicion marcada en la figura 41 *A*, en la que la regla *a b* es horizontal.

En estas partes de las vías el carril exterior se clava sobre las traviesas con su inclinacion ordinaria y siguiendo la

(1) Para curvas de 600 á 800 metros de rádio la diferencia de nivel en los dos carriles la dá la fórmula $c = \frac{4,5}{R}$, siendo R el rádio en metros y c la elevacion en centímetros.

Si se desea mayor exactitud en el valor de c teniendo en cuenta las diversas causas que influyen en su determinacion, se puede emplear la fórmula $c = \frac{a\,v^2}{63,568\,r}$ en que a es la semianchura de la vía, v la velocidad en kilómetros por hora y r el rádio. La velocidad v debe ser la mayor á que se calcule han de marchar los trenes. La fórmula $c = \frac{v^2}{R}$, en que v es la velocidad en metros por segundo, podria tambien emplearse.

Se dice que los trenes corren con gran velocidad cuando avanzan más de 50 kilómetros por hora; con velocidad mediana, andan de 16 á 40 kilómetros, y con pequeña, ménos de 16 kilómetros.

alineacion marcada, pero el interior se desvía algo de la posicion que le corresponde, con objeto de dar más anchura á la vía, lo que es preciso para que puedan pasar por estas partes las locomotoras, que al ir recorriendo la curva para volverse, necesitan más anchura.

Esta desviacion del carril interior es tanto mayor cuanto menor es el rádio, siendo $0^m,02$ el mayor aumento que permite la separacion de las ruedas de las máquinas, y éste se hace gradualmente á partir de los cuatro últimos carriles de la parte curva en cada extremo.

Las curvas formadas de este modo con carriles ordinarios se componen de una série de partes rectas, dadas por la longitud de cada carril: cuando el rádio es grande, mayor de 400 metros, esto no presenta inconveniente; pero si es pequeño, de 300 metros á lo más, la curvatura que debe tener cada fila de carriles es lo bastante pronunciada para que no se puedan emplear los carriles rectos, y entónces se usan encorvados convenientemente.

Pendientes. Los elementos de las vías están colocados en ellas como en las partes de nivel, pero cuidando de no pasar bruscamente de una á otra inclinacion, de modo que los carriles van sentados sobre una série de planos cuya diferencia de nivel aumenta gradualmente hasta llegar á la que se necesita, en cuyo caso siguen en toda la longitud de la rasante con la misma inclinacion.

La union de dos tramos de diferente nivel se hace siempre tomando la mitad de la diferencia á un lado y la otra mitad al otro del punto de interseccion de las dos distintas inclinaciones.

Esta precaucion es más necesaria en los ángulos entrantes que en los salientes, como, por ejemplo, en la union de una parte horizontal con una rampa; sin embargo, se unen del mismo modo los salientes, como son los que existen al pasar de un plano á una pendiente, si bien en este caso las

diferencias de nivel que hasta llegar á la marcada se van empleando, son más pronunciadas.

Obras de arte. En los puentes metálicos y en los fosos que suele haber en las estaciones, los carriles se colocan ordinariamente sobre vigas de madera llamadas largueros, dispuestos en el sentido de la longitud de la vía: en ellos van clavados con escarpias de un modo análogo á como se vé en la figura 42, por lo que los largueros han de tener bastante anchura para que en ellos se pueda abrir la caja en que se sientan los carriles, quedando el espacio suficiente para clavar las escarpias sin que se raje la madera.

En los puentes metálicos, los largueros de las dos filas se unen unos á otros por viguetas de madera, y sus extremos próximos á los puntos en que la vía se sienta sobre las traviesas ordinarias, se dejan de modo que á lo más queden separados en $0^m,09$ de la última traviesa.

III.

Puntos especiales de las vías.—Pasos á nivel.—Cruzamientos y cambios.

Pasos á nivel. Cuando dos caminos, uno de hierro y otro ordinario, se cruzan á la misma altura, se forma lo que se llama un paso á nivel, y como en estos puntos es preciso que los carriles estén dispuestos de modo que no interrumpan el paso de los carruajes que puedan transitar por la carretera, y éstos no deben estropear los carriles al cruzar sobre ellos, de aquí que sea necesario adoptar una disposicion especial en la vía, que concilíe ambas circunstancias.

Esta disposicion es la que se vé representada en la figura 43, siendo la parte *A* la que indica el paso tal como se encuentra despues de terminado, y la *B* la que marca la disposicion de los diferentes elementos de la vía férrea.

Como los carriles no pueden quedar enterrados en el firme de la carretera por la necesidad de dejar un espacio libre para que puedan pasar las pestañas de las ruedas, ni salir á más altura que el afirmado ó adoquinado, pues entónces tropezarian con ellos las ruedas de los coches, se colocarán al nivel de la carretera, añadiendo unos contracarriles en la disposicion marcada en la figura 44, que tengan su nivel más elevado que el del carril ordinario, con objeto de que los carruajes apoyen sobre ellos á su paso á través de la vía y no la estropeen. Con este mismo objeto podrian ponerse dos contracarriles uno á cada lado del carril, y de este modo se contendria mejor el firme, dejando la vía completamente expedita (figura 45); á falta de contracarriles se pueden emplear en su lugar tablones de madera, los que se colocan de una manera análoga.

El ángulo bajo el cual se cortan los dos caminos en los pasos á nivel, no tiene más inclinacion de 45°.

Cruzamientos de vías. Si las que se cruzan á la misma altura son dos vías férreas, sus carriles no pueden ser continuos, necesitándose cortarlos en los puntos de interseccion (figura 46, lámina 6), para que permitan la circulacion por una y otra vía. Para esto basta abrir cajas en los cuatro carriles de $0^{m},05$ de anchura próximamente, y en la forma que indica la figura, pero como la longitud de estas cajas crece con la oblicuidad del ángulo bajo el cual se cortan las vías, es necesario tomar precauciones para guiar los trenes en el espacio que queda sin carril, si la longitud del corte que se dá así lo exige: de aquí que en estas partes haya que distinguir dos casos, segun que las vías se cortan normal ó casi normalmente, ó que la oblicuidad sea pronunciada.

PRIMER CASO. Si las dos vías que se cruzan *A* y *B* tienen la misma importancia, los cuatro carriles de ellas están cortados del mismo modo (figuras 47), y sentados sobre las tra-

viesas en una de las dos disposiciones marcadas en las mismas figuras *A* y *B*, bien prolongando la série de traviesas de una de las vías *A*, ó formando un bastidor central en el punto de cruce *B*. Bajo los ángulos que forman los carriles, si son del sistema Vignole, hay planchas de junta: á veces tambien se añaden contracarriles en el cruzamiento, dispuestos como se indica en *A*.

Cuando de las dos vías una es secundaria y poco frecuentada, sólo sus carriles son los que están cortados, dejando intactos los de la principal (figura 48): éstos serán contínuos, y los de la secundaria quedarán interrumpidos, no sólo al interior por el reborde de la rueda que debe pasar entre ámbos, sino tambien al exterior, para que no choquen con ellos las yantas de las ruedas, que son más anchas que la cabeza del carril.

La supresion de los cortes en la vía principal exige para la circulacion por la secundaria que se establezca ésta á un nivel más alto que las cabezas de los carriles de aquélla: esta altura es de $0^m,04$ ó sea algo mayor que la de las pestañas de las ruedas, con objeto de tener en cuenta el desgaste de las yantas, y este aumento de elevacion se gana gradualmente desde los seis ó siete carriles anteriores y posteriores al cruzamiento. Para evitar que las ruedas choquen en las caras verticales de las ranuras, se colocan unos contracarriles algo más elevados que estas caras.

Segundo caso. La disposicion de las vías es la siguiente (figura 46): cada uno de los carriles de una de ellas *A*, está cortado paralelamente á los de la otra *C*, dejando un intervalo entre ámbos de $0^m,045$ á $0^m,055$, y los trozos de carriles así cortados forman dos puntas agudas *a a*, y dos obtusas *c c*.

Con poco que se fije la atencion, se comprende que aunque los cortes tengan solamente la anchura necesaria para el libre paso de las pestañas de las ruedas, no estarán éstas completamente guiadas en el espacio cortado, y para conse-

guirlo y prevenir los choques que contra los carriles pueden producirse, se colocan en las dos vías contracarriles *b*, dispuestos como en los pasos á nivel.

Generalmente el ángulo bajo el que se encuentran las vías suele ser muy agudo, y entónces la disposicion de los carriles es la que se vé en las figuras 49, lámina 7. En ellas las partes de carriles correspondientes á los ángulos agudos están reemplazadas por los *corazones*, y para guiar las ruedas al pasar por estos puntos se completa la disposicion con dos contracarriles, colocados al lado de los carriles exteriores, á causa de las soluciones de continuidad que hay entre los ángulos de las patas de liebre unidas al corazon y la punta de éste.

Las patas de liebre sino están fundidas con el corazon se unen por medio de pernos, y la separacion entre ambas se mantiene con tacos de hierro: los contracarriles se unen á los carriles del mismo modo.

El conjunto formado en cada ángulo agudo (figuras 49 *a* y 49 *b*) por los carriles, contracarriles y corazones, recibe el nombre de *cruzamiento*. Todas sus piezas se sientan sobre bastidores de madera formados con cachas y largueros en la disposicion que indican las figuras, la que varía segun el ángulo del corazon.

La vía en estos puntos tiene $0^{m},01$ ménos de anchura que la ordinaria.

En las partes que corresponden á los ángulos obtusos del rombo formado por el cruce de las dos vías, la solucion de continuidad producida por los cortes dados á los carriles es mayor que la de los ángulos agudos, y por esto es necesario guiar las ruedas al pasar por ellas en más extension; esto se consigue colocando otros contracarriles con la elevacion suficiente para que obliguen á las ruedas á entrar en la ranura formada por ellos y el carril. Los extremos de éstos ó se cortan como se vé en la figura 49 *c*, en cuyo caso

presentan una punta muy afilada ó se doblan en la disposicion marcada en la figura 13, y del mismo modo que en los ángulos agudos se colocan los corazones, en éstos se emplean las piezas de hierro fundido ó acero (figuras 13 y 14) en que van unidos los extremos de los carriles exteriores de las vías, las partes de los interiores y los contracarriles.

El ángulo bajo el que se cortan los carriles, puede variar entre 4° y 90°, pero para limitar los tipos, como se ha dicho al describir los corazones, que sólo se construyen de dos clases distintas, para los ángulos obtusos se hacen otras dos piezas de cruzamiento que corresponden á los corazones adoptados en los agudos.

Estas partes de vía van sentadas tambien sobre bastidores de madera formados con cachas, poniendo largueros que unan y liguen todas las diferentes piezas para que no sufran variaciones, como se vé en la figura 49 *c*; asimismo la vía tiene $0^m,01$ ménos de anchura que la ordinaria.

Cambios de vía. Para que puedan pasar los trenes de una vía *V* (figura 51, lámina 8) á otra paralela *V'*, se enlazan éstas por otra *F*, *O*, *H*, y se establecen en las uniones de ella con cada una de las primeras un aparato llamado de *cambio de vía* ó *agujas*. Si las dos líneas que están en comunicacion no son paralelas, sino que ellas mismas se cortan (figura 58, lámina 9) en su punto de encuentro, se coloca el mismo aparato de cambio para que los trenes puedan marchar por una ú otra, segun se necesitare.

El cambio de vía consiste en general en dos agujas *a* y *a'* (figura 52) que pueden ejecutar unidas un ligero movimiento horizontal de derecha á izquierda ó de izquierda á derecha, de modo que se aplique una de ellas contra el carril de costado próximo *E* ó *F*, al mismo tiempo que la otra se separa del que tiene al lado.

Las dos agujas *a*, *a'* están unidas por unas varillas *H* para hacer que se muevan siempre juntas y á la vez; su mo-

vimiento se ejecuta por medio de otra barra de trasmision *h* unida á ellas, la que se pone en movimiento por la palanca de maniobra (figura 53).

Ésta se compone de una palanca recta *A* y otra *B* acodada, que tiene un contrapeso ó lenteja *D* y puede girar al rededor del pié de la primera por medio de la abrazadera *c*. Los apoyos *G* sirven de sosten al eje horizontal de giro de la palanca *A*, el que no puede desplazarse por el sistema que indica la figura. Un soporte de fundicion y la varilla de maniobra *h* que termina por un recodo para unirse á la aguja *a* completan el aparato.

La palanca de maniobra puede tomar las dos posiciones que indica la figura, y en ellas se ayuda al movimiento por el peso de la lenteja *D*: para la maniobra es necesario levantar la palanca *B*, la que cuando no se sostiene vuelve á su posicion primitiva.

Si se une la abrazadera y la palanca recta por medio de un pasador, queda fija la aguja en una de las posiciones que puede tomar, porque es imposible que la palanca de contrapeso gire al rededor de la recta, y en este caso se dice que la aguja está sujeta. El pasador se une á una cadenilla por un agujero que lleva en su extremo.

La varilla que comunica el movimiento de la palanca á las agujas, pasa por debajo de uno de los carriles de la vía, y se fija á la más próxima de aquéllas, como se vé en la figura 55, que por estar en mayor escala indica mejor los detalles de las agujas y uniones de las varillas.

En la mayor parte de los casos, el extremo del brazo pequeño de la palanca se une por una articulacion al tirante de la aguja. Cuando falta terreno para esta disposicion se hace mover la palanca en un plano paralelo á la vía, con el auxilio de uno de los brazos de aquélla, acodado ó curvo.

La palanca de maniobra colocada en *d d* al exterior de la vía, puede tomar las dos posiciones *A* y *A'*, y por medio de

la varilla de trasmision *h* hacer tomar á las agujas las *a*, *a'*, ó la inversa. Resulta de esta disposicion, que cuando la palanca ocupa la posicion *A' B'*, el extremo *a* de la aguja viene á aplicarse contra la cara interior del carril *E*, y el extremo de la *a'* se aleja del *F*; lo mismo sucede para la otra posicion *A B*: el extremo *a'* se aplica al interior del carril *F*, y el extremo *a* se aleja del carril *E*; por lo tanto, si un tren viene por la vía á tomar las agujas de punta, segun la colocacion que se le dé á éstas, aquél continuará por el carril *E*, pasando entre él y la aguja *a*, ó pasará sobre la aguja *a* y carril *F* por el hueco que deje la *a'*.

Pasando ahora á la figura 51, se vé en ella colocados en *F E* y *H I* dos aparatos de cambio de vía con sus agujas *a a'* y *e e'*; los carriles *A B* y *C D* están situados en su posicion ordinaria, en sus vías respectivas; lo mismo sucede con las porciones de carriles interiores *M* y *N* y *F R*-*I K*. En los puntos *F*, *E*, *H*, *I*, los carriles son de los llamados de contra-aguja; en *m* y *n* hay dos corazones, y correspondiéndose con ellos los contracarriles *p*, *q*, *r*, *s*. La parte de vía de enlace formada por los carriles *L* y *V*, y las agujas de ambos lados, es curva, para que los trenes puedan pasar por ella á tomar una de las *V* ó *V'*.

Conociendo el mecanismo de las agujas, se vé que si un tren viniese por la vía *V* hácia las agujas *e e'*, si éstas estaban en la disposicion que tienen en la figura, seguiria su marcha por la misma vía pasando entre el carril *D C* y la aguja *e*, hasta llegar al corazon *n*, pero como en este punto las ruedas de los coches estarian cogidas entre el carril *C D* y contracarril *s*, las otras seguirian por el *N* sin tropiezo alguno, y ésto á causa de los rebordes que tienen las ruedas de las máquinas y vagones, los que impiden el movimiento lateral y obligan á los coches á seguir la vía en los cambios de direccion y curvas.

En el caso de que el tren tome la vía de enlace por estar

abierto el paso entre *e'* y *K I* y cerrado en *e*, continuará sin dificultad hasta el corazon *n*; si entónces el reborde de la rueda de la derecha siguiera por la prolongacion de la aguja *e* se produciria un descarrilamiento; pero como la rueda de la izquierda está cogida al mismo tiempo entre el carril *L* y el contracarril *r*, tiene ésta que seguir por el carril *O*; por consiguiente, la de la derecha pasa al corazon *m*, en el que se produce el mismo resultado, sólo que ahora es la rueda de la derecha la que está cogida entre el carril *O* y contracarril *p*, y la que obliga á la de la izquierda á pasar á la prolongacion de la aguja *a'*. El tren llega pues á los extremos de las agujas *a* y *a'* del segundo cambio, que se presenta ahora de *talon*.

Cualquiera que sea la posicion de la palanca colocada en este punto, el tren continuará su marcha sin dificultad, y seguirá la nueva vía *V'*. En efecto, si el paso está libre entre *a* y *F*, esto es evidente; pero si la aguja *a* está unida al carril, en este caso el reborde de la rueda de la derecha se introduce entre ambos, y la máquina abre por sí misma el paso.

El mismo efecto se produciria, aunque en sentido inverso, si el tren pasára de la vía *V'* á la *V*.

Si el tren marchára por la vía *V* en el sentido inverso al indicado, la máquina encontraria la aguja de *talon*, y por consiguiente no tendria entorpecimiento en su marcha, cualquiera que fuera la posicion de la palanca colocada en *H*.

El aparato de cambio de vía está dispuesto sobre bastidores formados con traviesas y cachas, como marcan las figuras 52 á 61, en las que se ven dos clases distintas de bastidores (figuras 52 y 57); la disposicion en que van los carriles sobre las traviesas, en los puntos en que las dos vías se aproximan lo bastante para que los cuatro de ellas tengan que ir sobre la misma traviesa, se vé en las figuras 60 y 61; la pri-

mera hace ver la union que corresponderia sobre la traviesa *a*, y la 61 la de la *b*, empleando carriles Vignole; para los de doble T, el cojinete dá la posicion de los carriles.

Las traviesas en la parte *m n* (figura 58), en que las vías van unidas, pueden ser de las llamadas *cachas*, y servir para las dos vías, ó de las ordinarias (figura 59), en cuyo caso cada camino tiene las suyas.

No pudiendo resbalar las agujas sobre la madera de las traviesas, se establecen para cada una de aquéllas seis cojinetes de friccion, de los cuales uno corresponde á la punta y los otros cinco se reparten á intervalos iguales dentro de las agujas. El carril contra-aguja tiene un metro de su longitud situado como de ordinario, y los otros 5 metros sobre los mismos cojinetes de las agujas, para lo que sirve la oreja que éstos tienen, y en la que se fijan por medio de un perno cuya cabeza está hácia el interior de la vía: la del perno que corresponde á la punta de la aguja suele impedir que ésta se adapte al carril; en este caso se hace en la aguja un rebajo donde puede alojarse.

Las dos agujas de todos los cambios están unidas por medio de dos ó tres varillas ó tirantes de $0^m,03$ de diámetro, que deben poder girar ligeramente al rededor de sus puntos de conexion, lo cual se consigue con las dos disposiciones que se ven en las figuras 52 y 55, ó bien en la 54, pero dejando alguna libertad en los agujeros por donde pase ésta. La varilla que está más próxima á las puntas es un poco más corta que las otras.

Si las tuercas que sujetan los tirantes impiden que las agujas se adapten al carril, se hacen rebajos en éste para alojarlas.

En todo el espacio ocupado por las agujas, la vía debe tener $0^m,01$ ménos de anchura que de ordinario.

Aguja doble. El sistema indicado anteriormente permite sólo pasar de una vía á otra; dos de estos aparatos acopla-

dos constituyen lo que se llama una *aguja doble* (figura 62), y dan acceso á dos vías diferentes, pues permiten pasar de la vía V á las V' y V''.

Es evidente que se tendria el mismo resultado colocando dos aparatos de cambio sencillos, uno á continuacion de otro, que es lo que se acostumbra á hacer.

La figura 62 dá el dibujo detallado del punto de orígen de un cambio doble; el formado por las agujas D, d dá acceso á la vía V'' y el B, v á la V'; las agujas B, v están unidas por las varillas b', b que atraviesan la D, y para moverlas sirve la varilla de trasmision M que pasa por bajo del carril C y de la aguja D, y se encorva para unirse en la cara interior de la B (figura 63). Del mismo modo las dos agujas D, d están unidas por las varillas a, a' que atraviesan la B; las agujas D, d se mueven por la varilla de trasmision N que pasa bajo el carril C, las agujas v y D, y se encorva para unirse en la cara interior de esta última. Cada uno de los tirantes M y N tiene una palanca de maniobra especial (figura 63).

El giro de las agujas se verifica por medio de los cojinetes de talon, y el movimiento es fácil, dada su pequeña amplitud.

La colocacion de los carriles la indica la figura 64 para la vía Vignole, y la 63 marca la posicion de las agujas para que quede libre la vía V.

IV.

Placas giratorias.—Señales.—Postes kilométricos.—Barreras.

Placas giratorias. Los aparatos que sirven para cambiar el sentido de la direccion de las máquinas y coches ó hacerles pasar uno á uno de una vía á otra, se llaman *placas giratorias*.

Las placas se colocan en general dentro de las estaciones en los puntos en que convergen dos ó más vías (figura 12, lámina 22), ó bien se disponen várias de ellas unidas por un ramal (figuras 13 y 14), cuando no conviene situarlas en el sitio del cruzamiento: en la primera disposicion las vías pueden formar entre sí cualquier ángulo, pero es preciso que sus ejes se corten exactamente en el centro de la placa, para que ésta pueda ponerlas en comunicacion á todas ellas. Si son várias las que hay colocadas sobre las vías, su situacion puede ser la de la figura 13, ó sea sobre una línea perpendicular á la direccion de las vías, lo que exige que el diámetro del aparato sea menor que la distancia entre los ejes de aquéllas, ó la de las figuras 14 y 15, en las que están sobre una oblícua, ó sobre dos perpendiculares á las vías principales; una y otra disposicion depende tambien de la anchura de la entrevía.

Las placas se componen en general de tres partes, que son: la superior ó movible, que es sobre la que se llevan las locomotoras ó vagones que hay que variar de posicion; la base fija, en que está cimentada la anterior, y los apoyos intermedios, que sirven para que se pueda verificar el movimiento de la primera; en ésta hay colocados unos trozos de carriles que pueden ponerse en prolongacion de los de las vías á que convenga dirigir los vehículos.

Para que las máquinas y coches puedan pasar sobre estos aparatos, es preciso que sus carriles estén á la misma altura que la vía, y para esto se necesita que las placas estén situadas en una excavacion ó foso que tenga la profundidad suficiente para contener todo el sistema de giro; las paredes de este foso unas veces están revestidas de fábrica, y otras con planchas de hierro ó con viguetas de madera; su profundidad suele ser de $1^m,05$ á $1^m,20$.

Hay tres clases de placas giratorias, unas que se emplean para las maniobras que se hacen con los vagones,

otras para las máquinas solas y unas en las que se pueden mover las locomotoras unidas á los ténders. Estas últimas, que son de mayores dimensiones, se llaman tambien *puentes giratorios*.

En todas ellas la parte movible puede ser de madera ó de hierro fundido ó de hierro dulce y madera, que es lo más general, ó tener todas sus piezas de palastro; la base fija suele ser de fundicion y algunas veces se emplea en ella la madera ó se construye de fábrica.

Las dimensiones ordinarias de las placas para vagones solos, son de $3^m,40$, $4^m,20$ y $4^m,80$.

El tipo más sencillo de una placa giratoria que sirve únicamente para los vagones, y que sólo puede tomarse como provisional, se compone de dos carriles, uno el *a* y otro el simétrico al otro lado de *n* (figura 72, lámina 10) sostenidos cerca de sus extremos por cuatro rodillos como el *b* y sentados en su medio sobre cojinetes *c c*, que van unidos á una traviesa de madera *m*, la que lleva en *n* un pequeño pivote de hierro. Los rodillos se fijan á unas varillas *r* que unen los carriles y ruedan sobre un círculo de hierro fundido *d d* de poco espesor, fijado á un bastidor poligonal hecho con traviesas unidas á media madera. Con este sistema no se necesitan cimentaciones y la profundidad de la excavacion que hay que hacer bajo el nivel de los carriles sólo es de $0^m,20$.

La figura 65 dá los detalles de una placa giratoria en su disposicion general; en ella las roldanas, que suelen ser en número de ocho, son de fundicion dura y están colocadas sobre varillas *b* que las enlazan con el eje y ruedan sobre una corona cónica *a*; la parte móvil *c c* se apoya sobre las roldanas por una corona inferior *n n*.

El pivote puede estar, y es lo más general, en la parte superior, ó bien en sentido inverso.

Tambien pueden unirse las roldanas á la parte móvil ó

al revestimento, pero en estas disposiciones el peso se distribuye mal y hay más dificultad para el engrase que necesita la placa para que gire bien.

La parte superior, que es de fundicion en este ejemplo, se compone de cuatro viguetas *v v* cruzadas, espaciadas cada dos á la misma distancia que los carriles de las vías, y de otras cuatro piezas que van desde el pivote á los centros de las viguetas; además tiene una corona exterior *n*, que la rodea por completo. El tablero superior lleva unidos sobre las viguetas, como se vé en la figura 66, unos trozos de carril Brunell *c*, *c*, que forman una ó dos vías; los que sólo tienen una se conservan mejor que los de dos, pero las maniobras son más lentas y además tienen el defecto de ser más propensos á descarrilamientos si se descuida el volver las placas á la direccion que conviene; en los de dos vías están los carriles cortados para el paso de las pestañas de las ruedas, como en los cruzamientos á ángulo recto. A veces llevan más de dos vías, y en este caso, como el ángulo bajo que se cortan ha de ser agudo, hay necesidad de poner corazones en los puntos de cruce.

La parte inferior de la placa comprende la rangua *p*, una corona *a*, *a* que forma el carril cónico y un apéndice circular *m*, *m* para la union con el revestimiento del foso, el que está compuesto de seis trozos que presentan ocho cavidades *C* formando cojinetes (figura 69), en los cuales se fijan con pernos los carriles de las vías, y cuatro cajas *h* de hierro forjado para recibir los cerrojos de sujecion (figura 68).

Para dar movimiento á estas placas basta levantar los cerrojos y empujar los coches colocados en ellas.

Las placas de madera y hierro tienen unas veces las viguetas formadas de uno, y otras de dos carriles Vignole unidos por la zapata; la base fija se hace de madera, así como el revestimiento del foso; otras veces las vigas son de madera,

y entónces tambien se ponen carriles Vignole en vez de los de Brunell.

Placas giratorias de madera. Estas tienen la forma de las figuras 70 y 71, y aunque generalmente no se usan sino en los ferrocarriles americanos, como son muy sencillas y más fáciles de construir que las existentes en las vías, es conveniente conocerlas para poder emplearlas cuando sea necesario reemplazar prontamente una de las actualmente en uso. Su parte móvil se reduce á un bastidor formado por dos largueros *a*, *a*, unidos por varillas de hierro *c*, *c* y cruces de San Andrés, y reforzados por sopandas *b*: entre los largueros hay unas viguetas *d*, que sostienen otras de $0^m,45 \times 0^m,40$, entre las que se sitúa la caja sobre la que se mueve la placa. El pivote ó eje de giro está empotrado en un sillar *A*.

El aparato de rotacion se encuentra concentrado bajo la parte central. El pivote *n* es de hierro, y tiene $0^m,45$ de largo y $0^m,10$ de diámetro; no sostiene ninguna carga, y su objeto es sólo guiar el movimiento del bastidor. Todo el peso se reparte sobre 12 rodillos de $0^m,23$ de diámetro, unidos por varillas *h*, sobre las que giran libremente, á una corona central *k* que abraza al pivote: su separacion se obtiene por el círculo que los rodea, el que está atravesado por las varillas que forman los ejes de rotacion de los rodillos.

El carril circular *m*, sobre el que ruedan éstos, se compone de cuatro segmentos de fundicion, y el círculo sobre que descansa el bastidor en los rodillos es de hierro, de $0^m,10$ de ancho por $0^m,025$ de espesor, siendo su diámetro medio de $1^m,58$.

Cerca del extremo *g* de cada larguero, hay colocadas otras ruedas, que reposan sobre un carril circular alojado en el interior del foso.

El movimiento se imprime por dos palancas de madera, unidas á los extremos del puente.

En una placa giratoria de este sistema entran $5^{mc},26$ de madera, 610 kilógramos de fundicion y 356 kilógramos de hierro.

Puentes giratorios. El diámetro y peso considerable de estas placas, así como la mayor carga que han de recibir y las fuertes escuadrías que han de tener sus largueros, hace que sea imposible su instalacion sobre bases análogas á las empleadas en las placas de vagones solos, siendo necesario introducir modificaciones en sus disposiciones generales y en su construccion.

Estos puentes (figuras 73 y 74, lámina 11), no tienen más que una vía, y se componen de dos vigas de palastro *a*, *a*, en forma de doble T, de $0^{m},90$ de altura en la parte central, y de $0^{m},60$ en sus extremos, y de un árbol vertical de hierro forjado empotrado en un sillar *b*; cuatro ruedas de fundicion *c*, montadas en soportes con cojinetes de bronce, recorren la vía circular, unida á las cimentaciones, y sirven para mover la placa; el tablero de ésta es estriado, de fundicion, y descansa sobre las vigas principales; á él van unidos los carriles *d*, prolongacion de los de la vía. En general, en sus dos lados lleva unas barandillas de hierro *f*.

Las cimentaciones sobre que se establecen los puentes son muy sólidas y tienen fáciles salidas para el agua, como se vé en la figura 75, que es un corte reducido de la placa. Los cerrojos ó llaves están colocados de modo que queden bien fijos los carriles en la direccion de la vía por donde convenga dirigir la máquina.

En cada extremo de estos puentes hay un aparato *g* que sirve para darle movimiento; unas veces se emplea con este objeto un torno y otras una pequeña máquina de vapor ó se aprovecha el de la locomotora, poniendo su caldera en comunicacion con él.

Todas estas clases de placas giratorias están colocadas de modo que al verificar su movimiento para variar la posicion

de algun vehículo, no puedan tropezar los topes con ninguna construccion próxima.

Señales. Para indicar al maquinista que dirige los trenes la disposicion de las vías, se establecen señales en varios puntos, tales como las entradas y salidas de las estaciones, y á 500 ó 600 metros de ellas, en los puntos de bifurcacion, en los sitios próximos á los túneles, y á veces en los pasos á nivel muy frecuentados.

Las señales se componen en general de un mástil ó columna de fundicion de 4 metros de altura á lo ménos, si bien suelen tener de 5 á 6 metros, el que en su parte superior lleva un disco circular *D* (figura 76, lámina 12), de $0^m,80$ de diámetro, pintado de rojo, y que gira alrededor de un eje vertical, pudiendo presentarse al paso de los trenes, de cara, lo que significa *alto,* ó de perfil, lo que indica *vía libre.*

Como de noche no se distingue el disco, se pone en él un farol *f*, cuya luz se vé á través de un agujero *a*, que con este objeto lleva aquél, y en el que hay colocado un cristal rojo: de este modo, el ver directamente la luz del farol ó el verla á través del cristal, reemplaza las dos indicaciones anteriores de vía libre ó interceptada.

El farol se sube ó baja, para apagarle ó encenderle, por medio de una cadena sin fin *c* y una polea *p*.

El movimiento del disco se hace desde la estacion por medio de alambres (figura 77), que descansan sobre poleas colocadas en piquetes de madera de 1 metro á $1^m,20$ de altura, y de $0^m,10$ á $0^m,12$ de escuadría enterrados en el suelo á $0^m,30$. En vez de poleas puede bastar un agujero hecho en el piquete, por el que se pasa el alambre: las uniones de éste se hacen con ligaduras, como se vé en la figura *A*.

El alambre se hace mover con la palanca de contrapeso *C*, y ésta comunica su movimiento al árbol de la señal, que es giratorio y lleva en su extremo inferior una manivela horizontal que comunica por medio de una cadena á otra

palanca acodada *d*, que sirve de contrapeso, y obliga al disco á estar, siempre que no se le toca, paralelo á la vía: del extremo de esta manivela es de donde parte el alambre que llega hasta el punto desde donde se han de hacer las señales.

Estos discos están situados á 2 metros de distancia del carril exterior de las vías, con objeto de que en ningun caso puedan chocar con ellos las portezuelas de los coches de algun tren, aunque vayan abiertas.

La figura 78 representa una disposicion análoga, en la que el disco está sustituido por dos paletas *p*, que colocadas en cruz significan *detencion*, y unidas *vía libre*. El movimiento de ellas se efectúa como en el caso anterior.

Postes kilométricos. Sobre la vía se establecen además várias indicaciones que sirven para diferentes objetos: al lado derecho, mirando hácia la vía desde la estacion punto de partida, se colocan los postes kilométricos, cuya forma es variable, y cuyo objeto es marcar las distancias que hay desde ellos al orígen de la línea (1).

Estas señales pueden ser de madera (figura 81) y entónces tienen 3 metros próximamente de longitud, estando enterradas en $1^{m},30$, y de $0^{m},16$ á $0^{m},22$ de escuadría; en su cabeza llevan unas tablillas, como se vé en *a*, de $0^{m},22$ por $0^{m},35$, colocadas á $1^{m},70$ del suelo y dispuestas con una inclinacion de 45° con respecto al eje de la vía cuando son dos ó perpendicularmente á él (figura 79) si es una sola. En ellas hay pintado de blanco sobre fondo negro un número en cada cara y éste indica la distancia en kilómetros que hay desde el punto en que están situadas á la estacion extrema del lado á que mira la tablilla.

Si se emplea el hierro para construir las señales se les

---

(1) Estas distancias se miden desde el eje del edificio que en la estacion de partida sirve para servicio de viajeros. La estacion de partida suele ser la del extremo más próximo á la capital del país, ó la de la poblacion más importante de los dos extremos.

dá la forma de una columna de hierro fundido *n* (figura 80) y *c* (figura 81) que se encaja sobre un piquete de madera de 1m,20 de altura y que llevan en su parte superior una ó dos planchas *a* de 0m,20 de largo por 0m,15 de ancho, en las que se escribe el número del kilómetro: la figura 80 en *b* y *c* representa la disposicion de la cabeza de la señal: estas planchas vienen á quedar á 1m,56 del suelo despues de clavadas en el terreno.

Indicadores de pendientes. Se colocan al lado izquierdo de la vía y en todos los puntos en que varían las rasantes y se componen de un piquete de madera *a*, en general de encina, de 3 metros de largo y de 0m,10 de escuadría, en cuya parte superior llevan dos tablillas *p* (figuras 83 y 85) en el mismo plano y de 0m,22 de anchas por 0m,35 de largas, las que se clavan inclinándolas en el sentido de las pendientes que indican.

Sobre las tablillas se escribe la diferencia de nivel por metro y la extension del espacio en que existe esta diferencia, así como la longitud de las partes de nivel.

Despues de clavado el piquete las indicaciones vienen á quedar á 1m,60 del suelo.

Tambien se suelen hacer de hierro estos indicadores y entónces tienen la forma de la figura 84: la tablilla *m* no está en este caso inclinada, pero lo escrito en ella sigue la direccion de la pendiente.

Para las curvas, á la derecha de la vía, y en los puntos de su union con las alineaciones rectas, se colocan otros piquetes análogos á los de rasantes (figura 82), en los que se escribe el rádio de la curva y su longitud.

Los postes telegráficos se fijan tambien en la explanacion, en general al mismo lado que los kilométricos, y en algunas vías suelen numerarse, pues siendo equidistantes, tanto en las alineaciones rectas como en las curvas, se puede por ellos fijar con precision el lugar de cualquier accidente, á

pesar de que se acostumbra sólo á señalar éste por la indicacion del kilómetro en que ocurra. La distancia entre los postes telegráficos es de unos 50 metros en las curvas y varía de 70 á 90 metros en las partes rectas.

Todas las señales anteriores distan $1^m,80$, á lo ménos, del carril más próximo á ellas, y tanto las de madera como las de hierro están pintadas para que se conserven mejor.

Piquetes de entrevía. En la bisectriz del ángulo que forman las vías que concurren á un cambio ó entre dos vias que se cortan, es preciso colocar una señal en el sitio en que la entrevía empieza á tener ménos de $1^m,80$ de anchura: su objeto es marcar el punto del que no deben pasar los coches que estén detenidos sobre una de aquéllas, para que en el caso de llegar un tren por la otra no tropiece con ellos. El piquete de entrevía sobresale del suelo $0^m,40$ y se coloca á $0^m,90$ de cada carril.

Barreras. Los pasos á nivel (figura 43, lámina 5) están cerrados por unas puertas ó barreras colocadas en *m*, que impiden el tránsito por la carretera en los momentos probables del paso de los trenes: segun lo más ó ménos frecuentado de los caminos, unas veces conviene que estos pasos estén constantemente cerrados y que sólo se abran en las ocasiones precisas, y entónces las barreras tienen un postigo para los peatones, con la disposicion adecuada para que no puedan pasar por él las caballerías, y otras veces hay que dejarlos abiertos á todas horas, cerrándolos únicamente á la aproximacion de los trenes.

Las barreras son de diversas formas; la más sencilla de todas consiste en dos postes verticales, colocados á los dos lados de la carretera, en su union con la via, que en su parte superior llevan, el uno una anilla con una cadena gruesa, y el otro un gancho, del que puede colgarse ésta. Desenganchada la cadena el paso queda libre. Como postes, suelen emplearse dos carriles inútiles, clavados en el suelo,

aprovechando los agujeros de los extremos para sujetar la anilla y el gancho.

Las barreras llamadas de *palenque* (figura 86, lámina 13), se componen de dos pilarotes *p*, que limitan el ancho del paso á nivel, y de un travesaño horizontal *h*, colocado á un metro de altura sobre el suelo, y ensamblado á una pieza *m*, que gira alrededor de uno de los pilarotes, y á una tornapunta *n*, unida tambien á la misma pieza.

El travesaño horizontal de estas barreras, en vez de girar alrededor de uno de los postes, puede estar sostenido en una caja unida á ellos, y correr horizontalmente á un lado del camino para abrir el paso, ó llevar en uno de sus extremos un contrapeso que sirva para hacerle girar fácilmente alrededor de un eje horizontal.

Otra forma que suelen tener estas puertas es la de la figura 87, en la que, por la mayor escala en que está dibujada, se detallan todas sus diversas partes y se vé la disposicion que tienen sus piezas, y los refuerzos y herrajes con que se sujetan en los ángulos, así como el postigo *A* para los peatones. En ella se ha aplicado un mecanismo especial de cierre y suspension, con el que se puede abrir la barrera en los dos sentidos, hácia dentro ó fuera, y ella misma se cierra en cuanto se la deja libre. Las figuras *a*, *b*, *c*, *d*, indican los detalles del cierre y del giro; la pieza *d* está colocada en la parte inferior *m* del pilar, y la *c* correspondiente al larguero de quicio en *n*; la *a*, *b* tiene dos pestillos *e*, que sirven para abrir y cerrar la puerta por sus dos caras, y en el espacio que dejan entre sí es donde entra la nariz que lleva el larguero de la otra hoja de la puerta en *p*. Los dos pestillos *e* están siempre en la posicion de la figura por su propio peso, y sólo apretando sobre su oreja saliente, es como se consigue levantarlos para abrir la puerta.

Las demás formas que suelen tener las barreras están indicadas en las figuras 88 á 91, y en ellas las hay de una ó dos

hojas, segun su anchura. La manera de fijarlas sobre el terreno se vé con bastante claridad en los dibujos.

Estas puertas se suelen hacer tambien de hierro, en cuyo caso son parecidas á las cancelas ó rejas bajas, y están compuestas de hierros redondos ó planos formando enverjados.

Las barreras pueden abrirse hácia la vía ó hácia el camino ordinario, siendo mejor el primer medio, porque no obliga á retroceder al transeunte que trata de abrirla. Conviene que despues de abiertas queden á $1^m,50$ de los carriles, con objeto de que no estorben el paso. Cuando por cualquier circunstancia no puede esto conseguirse con las barreras giratorias, se usan otras que dejan el paso libre, corriéndose sobre ruedas en sentido de su longitud.

V.

Estaciones.—Diversos aparatos y disposiciones especiales que hay que estudiar en ellas.

De las diferentes construcciones y aparatos que hay en las estaciones de los caminos de hierro, sólo se examinan los que pueden tener alguna importancia bajo el punto de vista militar. Estos son los siguientes:

Depósitos de agua. El agua que debe alimentar las locomotoras y servir para las demás necesidades interiores de las estaciones, se conserva generalmente en depósitos de palastro en forma de grandes cubas cilíndricas (figura 99, lámina 15), colocadas sobre un armazon de hierro ó de madera, ó sobre un tambor de fábrica, y en este caso se establece en él una habitacion que se destina á uno de los varios servicios de las estaciones.

Cuando el depósito es de pequeña capacidad, y se teme que el agua pueda congelarse en el invierno, se coloca debajo de él un pequeño hogar para mantenerla á la tempera-

tura conveniente: en los grandes no hay peligro de que el agua se hiele.

Los depósitos mayores pueden contener hasta 3000 metros cúbicos, y los más pequeños apenas llegan á 120 ó 150. El agua se lleva á ellos en cañerías, naturalmente ó por medios artificiales, como bombas, etc. De los depósitos parten tubos que la conducen á los aparatos de alimentacion, propiamente dichos, y que reciben el nombre de gruas hidráulicas.

Estas se componen generalmente (figura 95, lámina 14), de una primera envuelta de fundicion *a*, sólidamente unida á una plancha del mismo metal *b b*, sujeta á unas hiladas de mampostería, la que protege un tubo cilíndrico *d*, por donde sube el agua. La parte inferior de éste se introduce en una caja de bronce de forma tronco-cónica, dispuesta para que pueda girar en ella: la parte superior termina por un pivote fijado bajo la cubierta *e* de la envuelta exterior; un tubo horizontal *f* va unido á ángulo recto sobre el del centro, y se termina por una manga de cuero *p*, que queda suspendida verticalmente, y sirve para dirigir el agua á las cajas del ténder.

La comunicacion entre los depósitos y la grua hidráulica se hace por cañerías *h*, cuya boca está cerrada por una válvula *g*, y una manivela *o* permite abrir ó cerrar el paso al agua.

Cocheras para las máquinas. En ellas se vienen á reunir para la limpieza, pequeñas reparaciones y caldeo, las locomotoras que se tienen disponibles: se construyen de diversas formas, pudiendo ser éstas poligonales, en herradura ó rectangulares. Las poligonales y en herradura tienen en su centro, interior ó exteriormente al edificio que encierra á las locomotoras, una gran placa giratoria y de ésta parten varias vías, por las que se llevan las máquinas al punto en que han de depositarse dentro de la cochera, quedando en

ellas sobre los carriles que en forma de rádios de círculo hay al rededor del muro.

En las cocheras rectangulares, las locomotoras se colocan en línea sobre dos anchos muelles que tienen sus carriles dispuestos paralelamente á los lados menores del rectángulo: entre estos dos muelles hay una placa muy sólida montada sobre rodillos que pueden correr á lo largo de aquéllos por una vía inferior al plano de la cochera, y paralela á los lados mayores de ésta; la placa lleva varios juegos de carriles que se ponen en prolongacion de los de los muelles y de los de las vías de entrada y salida de la cochera. Colocándolos frente á una de las vías, puede recibir una ó várias máquinas, segun su anchura, y haciéndola correr sobre los carriles inferiores, llevará las locomotoras frente al sitio que hayan de ocupar: en esta disposicion basta empujarlas para colocarlas en el depósito: por una maniobra inversa se sacarán cuando haya necesidad de ponerlas sobre las vías.

Fosos. Estos son cavidades revestidas de mampostería ó ladrillo (figura 100), que se construyen, ó en los pisos de las cocheras, entre los carriles que sostienen las máquinas, ó en las vías que conducen á aquéllas, y en las generales dentro de las estaciones. Sirven para limpiar, engrasar y recorrer las locomotoras trabajando los operarios dentro de ellos, para poder inspeccionar el mecanismo de la parte inferior de las máquinas, que no sería fácil ver desde los costados.

Los fosos de las vías son muy útiles para tirar el fuego y el agua sobrante de la caldera, y se sitúan por lo comun al lado de los depósitos de agua: en los talleres, además de estos servicios, se emplean para el montaje y reparacion del material móvil.

Las condiciones de su emplazamiento dependen del destino que se les dá: en las vías generales ó por donde pasan los trenes han de ser más resistentes que los que se ponen en los talleres; los primeros conviene que sean lo más cortos

posible, y en los talleres no importa que tengan de 10 á 12 metros de longitud.

Su fondo conviene que sea de ladrillos refractarios, y la profundidad que suelen tener es la suficiente para que se pueda andar sin peligro bajo las máquinas, bastando para esto que sea de 1 metro á $1^m,30$. Para bajar á ellos tienen una escalera formada por cuatro ó cinco peldaños, ordinariamente de piedra.

En la parte inferior llevan los desagües necesarios, para lo que el suelo tiene bastante desnivel, con objeto de que corran las aguas fácilmente, y una forma cóncava ó convexa, siendo esta última preferible *para el obrero*: las salidas de las aguas se cubren con rejillas de palastro.

Los carriles de la vía en los dos lados del foso se sientan sobre largueros.

Carretones de servicio y cangrejos. Sirven para hacer pasar los vehículos de una vía á otra paralela, sin variar su orientacion: en general donde prestan más servicios es en las cocheras, en las que se emplean para trasportar el material móvil á las diferentes vías; tambien se usan estos aparatos para sustituir á las placas giratorias y para comunicar varias vías de las estaciones entre sí.

Los carretones consisten en un bastidor con dos carriles (figura 92, lámina 14), en los que pueden entrar los coches y vagones, el cual está montado sobre ruedas que corren sobre una vía perpendicular á las que haya de trasportarse el material: se dividen en dos clases, de *foso* y de *nivel*: los primeros tienen los carriles de su vía en el fondo de un foso, abierto perpendicularmente á la direccion de las que por él se comunican, las que quedan cortadas en toda la anchura de aquél. El carreton puede llevar su bastidor frente á cada una de las vías de la estacion y recibir y dejar en ella los vehículos que trasporta.

Con objeto de evitar el tener que abrir los fosos, se em-

plea el de la figura 93, el que se compone de un bastidor montado sobre seis ruedas *a* que lleva dos trozos de carril *b* sobre los que se suben los coches que hay que trasportar. Los carriles que sirven para el movimiento están algo más bajos que los de las vías generales, por lo que no se consigue por completo el dejar á nivel el terreno en que se sitúan. El cangrejo de la figura 94 está compuesto de vigas de palastro *a*, que forman un bastidor montado sobre ocho ruedas *b*, que corren sobre carriles *d* algo más elevados que los de las vías y cortados en los puntos de encuentro con los de éstas. Sostenidos por las vigas *a* y hácia el exterior del cangrejo van dos carriles *e*, que son en los que se suben los coches que hay que trasportar, y para lo que sirve una lengüeta movible que se aplica sobre el carril de la vía con objeto de que desaparezca el resalto que forma el carril del cangrejo sobre aquél. Esta lengüeta se levanta ó baja por la palanca que se vé en *c*. Con éste, que es uno de los más empleados, se evitan las cortaduras y fosos.

Calzos de detencion y topes. Para impedir que los carruajes y vagones situados en las vías de depósito y apartaderos puedan moverse por cualquier causa, sobre todo si la línea en que están no es completamente horizontal, se establecen en ella calzos que impidan el movimiento.

Uno de los más sencillos consiste en una traviesa cruzada sobre la vía y sujeta con dos piquetes, uno en cada extremo, colocada bien normal á los carriles con objeto de que sujete á la vez las dos ruedas del vagon que en ella se apoye.

Puede emplearse tambien la disposicion marcada en la figura 95, la que representa un tablon de madera *a* unido por uno de sus extremos á una cadena que á su vez está sujeta á las traviesas de la vía: el otro extremo del tablon se apoya en un batiente que hay en *b* en la punta opuesta de la tra-

viesa: dos anillas, una en el batiente y otra en el calzo, sirven para sujetar éste con un candado.

El efecto de los topes al extremo de los ramales de vía en las estaciones se puede obtener encorvando los carriles últimos hácia arriba ó bien estableciendo en estos puntos un pequeño entramado de carpintería consolidado por un macizo de tierra, cuidando de colocar un larguero á la altura de los topes de los vagones con objeto de que éstos choquen en él y se amortigüe el efecto que produce la brusca detencion de los carruajes.

La figura 96 representa uno de estos topes formado por cuatro postes *b*, los que sostienen la traviesa de choque *c* y las sopandas *n*: unas tornapuntas *d* y los durmientes *p* forman la base del sistema. Empotrado en el suelo el conjunto no podria derribarse por la accion de los choques sin levantar y arrollar al mismo tiempo el macizo en que está enterrado. La figura 97 representa otro modelo de tope análogo al anterior.

Gálibos ó plantillas de carga. Sirven para calibrar la carga de los vagones con objeto de impedir que cuando sea de gran volúmen pueda dárseles una seccion trasversal mayor que la conveniente para que puedan entrar en los túneles sin chocar en las paredes ó pasar por los puentes sin tocar en las vigas ni en los postes y señales que se colocan á los lados de las vías. Con este motivo, á los vagones que llevan cargas voluminosas se les hace pasar por debajo de la plantilla, que tiene la forma del arco de cabeza de un túnel, y en la que ha de quedar un huelgo de $0^m,15$ á lo ménos entre ella y la carga para evitar que por los pequeños movimientos que pueda tomar el material trasportado se ocasione algun accidente.

La separacion entre los costados verticales de la plantilla es de $3^m,20$ y su altura total sobre los carriles $4^m,40$: el eje debe corresponder exactamente al centro de la vía, lo que se

comprueba con una plomada que hay suspendida de una varilla horizontal en el punto medio superior y cuyo hilo á plomo debe pasar á igual distancia de los dos costados, es decir, á $1^m,60$ de cada uno.

Los dos carriles de la vía situados debajo de las plantillas deben estar exactamente al mismo nivel.

Muelles. En las estaciones los hay de diversos tipos segun hayan de servir para el embarque de los viajeros, la carga y descarga de las mercancías ó de depósito para el combustible que se consume en las máquinas. Para el terraplen de todos ellos se emplea la tierra, el balasto, la grava sola ó grava y arcilla mezcladas y ladrillos puestos de plano ó de canto; en el revestimiento, la mampostería ó sillería, los ladrillos y la madera.

Los muelles para viajeros tienen la forma que representan las figuras 101 á 104 y su longitud depende de la ordinaria que puedan tener los trenes suprimiendo la de la locomotora y ténders: en general basta que sean de 60 á 100 metros á lo ménos. Su altura no debe pasar de $0^m,35$ para que no estorben el engrase de los ejes del tren, y que sin embargo los viajeros puedan subir con comodidad á los coches. La distancia de la cresta del muelle al carril de la vía más próxima es de $0^m,75$ á $0^m,80$, con el objeto de que entre aquella y el estribo de los carruajes no quede bastante espacio para que entren los piés de los viajeros.

El pavimento, cuando la circulacion haya de ser muy activa, se hace de baldosa ó piedra dura; cuando no debe haber tanta afluencia de pasajeros se suele emplear el asfalto, dándole un espesor de $0^m,012$ á $0^m,015$: la cresta *a* se construye de sillería, ladrillos ó de madera. En los extremos se terminan por planos inclinados que bajan hasta el nivel ordinario de la vía. Los muelles de mercancías son de dos clases, cubiertos y descubiertos: y sirven para recibir y embarcar los efectos de gran volúmen y el ganado que se trasporta.

Los descubiertos (figura 105) son análogos á los anteriores: su piso está sólidamente contenido por un revestimiento de mampostería ó sillería y á la misma altura que el suelo de los vagones sobre los carriles: para subir á él hay escaleras y rampas, éstas últimas dispuestas de modo que den fácil salida á los carros de trasportes que entren ó salgan de las estaciones. El frente del muelle que mira á la vía tiene su paramento distante $0^m,95$ del carril más próximo y la cresta del muro de revestimiento suele avanzar $0^m,10$ sobre éste.

Los cubiertos consisten en general en grandes tinglados cerrados ó no, provistos de todo lo necesario para pesar, mover y levantar los fardos y bultos que contengan los objetos que se quieran trasportar.

Las figuras 106 y 107 representan dos tipos de esta clase, á los que se les suele dar el nombre de *almacenes* y *doks*, segun su destino.

La figura 108 indica otra clase de muelles que suele haber en algunas estaciones.

Depósitos de combustible. Los espacios destinados á estos usos en las estaciones, deben estar todo lo más próximos posible á los puntos donde estacionan las locomotoras que el terreno permita, sobre todo cuando es necesario proveer de carbon á las máquinas á su paso por la vía: en este caso es ventajoso establecer cerca de ella un ancho muelle donde se coloque el cok en cestos, que puedan vaciarse fácilmente en el ténder.

Estos depósitos conviene que estén cubiertos, para evitar que se moje el combustible y conservarle mayor potencia calorífica.

Aceras. Cuando las hay, están á $0^m,25$ de altura sobre el nivel de los carriles y á $0^m,72$ de distancia de ellos.

Embarcaderos. Para hacer entrar el ganado cómodamente en los furgones se necesitan emplear algunos aparatos, que varían segun los diferentes puntos en que se ejecu-

tan estas operaciones: en general, consisten en un tablero de 5 metros á $5^m,50$ de largo (figura 109), construido sólidamente con vigas de encina ó pino, al que se le dá una anchura de $0^m,20$ más que la abertura de los furgones. En toda su extension llevan clavados unos listones con objeto de que las caballerías no resbalen al pisar sobre ellos, y tienen barandillas en sus dos costados. En los extremos *a*, *a* llevan dos fuertes zapatas de hierro, las que pueden engancharse en el piso del furgon.

Para efectuar un embarque, se colocan sobre el suelo, apoyándolos unas veces en los furgones y otras en un caballete de la altura conveniente, ó en un eje con un par de ruedas. Con la primera disposicion, los furgones no pueden variar de posicion sino despues de haber quitado todos los puentes, lo que exige algun tiempo; con la segunda se pueden ir presentando los vehículos para el embarque frente á cada rampa, sin necesidad de mover éstas.

En el caso de poder aprovechar un muelle, que es lo más general, bastará que tenga el tablero 1 metro de longitud, y se colocará de modo que sirva de puente entre el terraplen del muelle y el piso del furgon.

Instalacion de las estaciones. Conocidos los diferentes aparatos y construcciones más importantes que deben encerrar las estaciones, la manera de organizar éstas está representada en las figuras de la lámina 16: en ellas, además de las vías principales, que son sobre las que los trenes pasan para atravesar la estacion ó ir de una á otra (1), hay las llamadas *vías accesorias*, entre las que se comprenden los apartaderos, ramales para las maniobras de carga y descarga, de depósito, vías que comunican con las cocheras, y en general

(1) Estas vías suelen estar cubiertas en las estaciones, en la parte de ellas que hay frente al edificio destinado á los viajeros.

en la denominacion de accesorias entran todas las distintas de las principales.

La longitud de los apartaderos debe corresponder á la mayor que crea pueden tener los trenes que estacionen en ellos; si, por ejemplo, ésta es de 120 ejes, es menester dar á las vías, á lo ménos, 420 metros á partir de los piquetes de entrevía.

La separacion que debe dejarse entre las vías principales y las de servicio, es de 4 metros á $4^m,50$, á fin de que permitan las maniobras en ellas sin que se interrumpa la circulacion por las otras. En las estaciones importantes, como por ejemplo, en las de llegada para los aprovisionamientos de un ejército, debe disponerse el servicio de modo que los trenes enteros puedan entrar directamente y componerse ó dividirse con sólo maniobras ejecutadas con las locomotoras. Para esto es menester que todas las vías destinadas á los grandes embarques estén ligadas entre sí por una série no interrumpida de cambios *c* y *b* (figura 110, lámina 16), los que forman de este modo una vía especial que corta á todas las otras.

En las figuras de la lámina citada se ven diversos tipos de estaciones, y en cada uno de ellos todos ó sólo parte de los aparatos descritos anteriormente; esto proviene de que para el servicio de los caminos de hierro se dividen las estaciones en *de paso*, *de alimentacion*, *de depósito* y *principales*.

Las estaciones de *paso* comprenden además de las vías principales dos *apartaderos*, uno á derecha y otro á la izquierda; varias vías de servicio, un muelle descubierto con rampa, y las placas giratorias y cambios necesarios para poner en comunicacion estas diferentes vías.

Los apartaderos están provistos de topes ó calzos de detencion para sujetar los vagones que se llevan á ellos, y en los extremos de cada uno debe haber un tope más resistente

ó á lo ménos un macizo de tierra de la altura y espesor suficiente para detener los vehículos.

Las estaciones de *alimentacion* están colocadas á 15 kilómetros próximamente unas de otras, y tienen además de lo dicho para las de *paso* los medios de alimentar las locomotoras de agua y combustible.

El servicio hidráulico suele comprender una construccion más ó ménos importante que encierra la bomba que sirve para surtir de agua los depósitos colocados á la altura conveniente, y además las gruas de alimentacion repartidas en varios puntos.

Al lado de las gruas están situados los fosos para picar el fuego ó examinar las locomotoras.

Las estaciones de *depósito* tienen además cocheras para los vagones y locomotoras, y como éstas al separarse de un tren vuelven á hacer servicio recorriendo en sentido inverso el mismo camino que han seguido hasta llegar á la estacion, hay necesidad de cambiar su direccion ó volverlas, por lo que necesitan puentes giratorios ó tener dispuestas las vías en la forma conveniente por medio de tres cambios.

Las estaciones *principales* en que se detienen todos los trenes, constan de todo lo expresado en las de *depósito*, y sólo difieren de éstas por la importancia de las instalaciones, entre las que se comprenden edificios para los viajeros y mercancías, muelles cubiertos y descubiertos, depósito de máquinas, cocheras para los vagones y carruajes, rampas, talleres de reparaciones, depósitos de cok y fosos para picar el fuego.

En la lámina 16 la primera figura es un tipo de estacion principal; la segunda representa una de depósito; la tercera corresponde á una de alimentacion, y las dos siguientes pueden ser de paso.

Además de estas diferentes clases de estaciones, y con el

nombre de *apeaderos*, existen en algunos puntos de las vías un pequeño muelle de viajeros y un ramal de 150 á 200 metros de longitud, unido á la vía principal con dos cambios en sus extremos, y cuyo objeto es servir para el cruce de dos trenes y para el embarque y desembarque en puntos poco frecuentados; su disposicion la indica la última figura de la lámina citada.

Cerramientos. Al rededor del terreno que comprenden las estaciones y sus dependencias se colocan cerramientos ó ballas que le separen de los caminos y propiedades próximas.

Su forma varía segun su destino y la importancia de las estaciones: una de las que más se usan es la marcada en la figura 111, que está formada de postes de $0^m,08$ por $0^m,08$ de escuadría y 2 metros de longitud que sobresalen del suelo $1^m,30$ y están sostenidos por un durmiente y tornapuntas; los postes distan uno de otro 2 metros y se unen por tres filas de traviesas horizontales de $0^m,08$ y $0^m,02$ de escuadría, colocadas respectivamente á $0^m,11$, $0^m,59$ y $1^m,07$ sobre el suelo. Sobre estas traviesas van clavados listones de $0^m,05$ por $0^m,01$, poniendo 18 de ellos entre cada dos postes consecutivos.

La pieza horizontal superior se coloca doble en forma de cepo, las otras sencillas y sólo en los postes se clava un refuerzo de $0^m,50$ de longitud bajo de cada una de aquéllas.

Los listones deben tener $1^m,35$ de largos y penetrar $0^m,05$ en el suelo, terminando en punta así como los postes.

VI.

Herramientas y útiles que se emplean en la construccion de los caminos de hierro.

Los útiles y herramientas que se usan en las diversas operaciones que comprende el asiento de las vías y la preparacion de las traviesas son los que se indican á continua-

cion, pero como todos ellos pueden tener diferentes formas y dimensiones, para describirlos se han elegido como modelos entre los varios tipos que de cada clase pueden adoptarse, los más comunmente empleados.

Agujas de comprobar. Consisten en una varilla de hierro con dos codillos á escuadra en sus extremos, y sirven para colocar los carriles de la vía paralelamente y con la separacion que deben tener, que es la misma que hay entre los codillos de las agujas.

Como la posicion de los carriles depende de la de las cajas de las traviesas ó de la colocacion de los cojinetes, de aquí que haya agujas que marquen la anchura de la vía, de la entrevía, y otras que sirvan para rectificar ó comprobar el cajeado de las traviesas.

La forma general de estas herramientas es la representada en la figura 1, lámina 17: en las vías construidas con carriles Vignole las agujas que se emplean son las de la figura *a*, que se compone de una barra de hierro con los dos codillos *b* dispuestos de modo que la zapata del carril se aplique exactamente contra los extremos *c* de la plantilla, si la vía está bien construida y los carriles tienen la inclinacion conveniente. Para los carriles de doble T, la aguja de comprobar es la representada en *b* y *c*, que sólo varía de la anterior en la forma de los codillos por la distinta hechura que tiene la base del carril.

Para examinar la posicion de los cojinetes en las traviesas sirve la aguja *d*, la que lleva en cada extremo dos talones, uno grande y otro más pequeño; la separacion entre estos últimos es $0^m,003$ ó $0^m,004$ menor que la de los otros, y marca el límite de la tolerancia que se adopta en la distancia de los carriles.

Cuando sólo se quiere comprobar la separacion de la vía, la aguja que se usa es la *e*, que con distinta longitud, pero igual forma, sirve para la entrevía.

Como en las curvas y cambios la vía se ensancha algo, se añaden á las agujas unas piezas, que aumentan su longitud en varios milímetros, segun sea necesario.

La figura *f* se emplea para comprobar el cajeado de las traviesas, y se compone de una regla de hierro que tiene dos tacos de madera *a* y *a* unidos en sus extremos, cuyas caras *b* y *b'* tienen la misma inclinacion que deben tener los carriles de la vía: la parte *b* corresponde á las traviesas de junta, y la *b'* á las ordinarias.

Almádena. Es un martillo de hierro (figura 2) con un ástil de madera bastante largo; sirve para machacar piedra y partir los trozos demasiado grandes que se encuentren entre el balasto. Su peso es de 4,75 kilógramos.

Azada (figura 3). Se compone de una pala de hierro algo curva, con un anillo en medio de uno de sus lados, donde se encaja y asegura un ástil. Sirve para limpiar las cunetas y obras de arte, recogiendo en espuertas la tierra, arena, etc., que haya en ellas; pesa 3 kilógramos.

Azuela. Las hay de una y de dos manos, y tienen la forma marcada en las figuras 4 y 5, siendo la primera la llamada de mano, y en ella el hierro *a* es sumamente afilado; ambas se emplean para cajear las traviesas. Su peso es de 2,50 kilógramos la de dos manos, y de 1 kilógramo la de una.

Barras (figuras 6). Son todas de hierro y se usan para rectificar la vía, y para arrancar las escarpias de los carriles: se denominan de *uña*, de *pata de cabra* y de *punta*, y de todas estas clases las hay grandes y pequeñas: la grande ordinaria *B* pesa 24 kilógramos, y tiene $1^m,70$ de larga; la de pata de cabra *A* pesa 20 kilógramos la grande, con $1^m,70$ de longitud, y 13 kilógramos la chica, que tiene $1^m,25$ de larga; la de punta pesa 17 kilógramos.

Barrenas. Son como las ordinarias de carpintero; sirven para abrir los agujeros en las traviesas, y su diámetro es de $0^m,023$. Pesan 0,50 kilógramos.

Bates. Generalmente los que se emplean son de hierro, y tienen la forma de la figura 8, con punta por un lado y una especie de martillo por otro; sirven para introducir y atacar el balasto por bajo de las traviesas y carriles, y se manejan por un ástil de 1 metro próximamente de largo. Este *bate*, llamado de *pico*, pesa de 3,50 á 3,60 kilógramos. Tambien hay bates de *pala*, los que tienen la forma de la figura 7. El bate de *barra* (figura 10), es todo de hierro acerado, de peso de 5 kilógramos, y se emplea sólo cuando es difícil atacar el balasto entre dos traviesas ó carriles muy próximos.

Además de estos hay otra especie de bates de madera forrados en las puntas por dos hierros acerados, como se vé en la figura 9, si bien son muy poco usados.

Botador. Es un instrumento de hierro y acero de forma de cincel (figura 11 *b*); sirve para apretar los clavos y esconder sus cabezas, ó para introducirlos con facilidad cuando hay un obstáculo que impida martillar directamente sobre ellos.

Broca. Especie de punzon (figura 11 *a*), con el que se abren los agujeros en los carriles para el paso de los pernos de las bridas.

Calas ó cuñas de separacion. Sirven para interponerlas en los extremos de cada dos carriles, y pueden tener varias formas, siendo unas de éstas las marcadas en la figura 12; la *a* tiene cuatro gruesos distintos, para usar cada uno de ellos segun la temperatura; de la forma de la *b* se necesitan emplear piezas distintas en cada caso.

Cortafrio. Instrumento de hierro en forma de martillo grande con un corte poco afilado en uno de sus extremos: sirve para cortar el hierro en frio golpeando sobre él con otro martillo. Pesa 0,50 kilógramos.

Cortacabillas. Es un cortafrio grande con el corte más ancho.

Encarriladeras. Se llaman así unas piezas de hierro fundido que sirven para encarrilar las locomotoras cuando están fuera de la vía: tienen la forma de la figura 13, y llevan en *a* y *b* dos orejas que abrazan el carril sobre que se quieren montar las ruedas descarriladas: su cara superior es cóncava, y en *c* tienen un saliente ó tope con el que tropiezan las ruedas cuando entran sobre ellas, y sirve para dirigirlas en la direccion conveniente.

El rebajo *d* se hace con objeto de que la encarriladera apoye contra el carril, que se sujeta en las orejas *a* y *b*. Segun la direccion de éste y del tope *c*, estas piezas se llaman *derechas* ó *izquierdas*.

Escalafon de curvas (figura 14, lámina 18). Es una regla de madera de 2 metros de larga, que en uno de sus extremos *a* ó en los dos *b*, pero en sentido opuesto, tiene un apéndice en forma de triángulo, cuya hipotenusa es una línea de varios escalones de $0^m,01$ de altura; sirve para colocar los carriles en las curvas con el desnivel que deben tener.

Escuadra de madera. Tiene la forma de la figura 15 y en una de sus ramas lleva un reborde *r* al costado para que apoye contra uno de los carriles de la vía; la otra rama, cuyo extremo se sujeta sobre el carril de la otra fila, es de 2 metros próximamente de larga.

Espeque (figura 16). Es una especie de palanca de madera redondeada por un extremo y con un refuerzo de hierro en el otro; en *a* lleva una anilla para poderlo agarrar bien; los hay de dos dimensiones, uno de $3^m,20$ de longitud y otro de 2 metros, y sirven para levantar los carriles cuando se nivela y rectifica la vía; su peso es de 20 y 11 kilógramos respectivamente.

Gato ó Crik. Es el representado en la figura 17 *A* y sirve para elevar grandes pesos; su caja puede ser de madera ó hierro, é interiormente lleva un tornillo movido por una rueda unida á la manivela *m*.

El gato de *carraca* ó de doble movimiento es todo de hierro, como se vé en la figura 17 *B*. La parte superior de él es análoga al anterior y su movimiento vertical se obtiene por el tornillo *a* que se mueve con la palanca *b*; toda esta parte puede resbalar horizontalmente sobre la mesilla *e*, cuando se hace girar por medio de una llave encajada en *m*.

Hacha. Herramienta de hierro (figura 18) que en la parte inferior tiene el corte ó filo, y en la superior un anillo para introducir el ástil ó mango; sirve para cortar la madera.

Lengua de buey (figura 19). Es de hierro con un ástil de madera; sirve para atacar el balasto cuando no se pueden usar los bates.

Llaves (figuras 20). Sirven para atornillar las tuercas en los pernos de las bridas ó corazones, clavar los tirafondos, etc. La de la figura *A* se llama *de dos bocas*, y pesa 2 kilógramos; la *B*, llamada *de una boca*, se usa por la oblicuidad que presenta cuando algo estorba el movimiento de la anterior; pesa tambien 2 kilógramos: la *C* es la que se emplea para clavar los tirafondos, es toda de hierro, como las anteriores, y pesa 2,50 kilógramos. La de la figura *D* se llama *de carraca*, y sirve para el gato de este nombre. La *E* es la *llave inglesa*, que por medio del tornillo que lleva en su centro, permite separar ó acercar las partes *a* y *b* á la distancia conveniente para que agarren las tuercas.

Martillos (figura 21). Los que se emplean en el asiento de las vías férreas son de tres clases y de hierro con el ástil de madera: el *A* es el que se usa en la vía con cojinetes, y se llama *de acuñar*; para sentar la vía con carriles Vignole, clavando las escarpias que unen éstos á las traviesas, sirve el *S*, llamado *de asentador*; el martillo *macho M*, se emplea para golpear sobre la tajadera. El de acuñar pesa 2 kilógramos, el de asentador 4 kilógramos y el macho 6 kilógramos.

Nivel (figura 23, lámina 19). El *A* es como los ordinarios *de aire*; el *B* es el *de albañil*, y el *de vía* consiste en una re-

gla de 2 metros de longitud que en su canto lleva incrustado un nivel análogo al *A*.

Niveletas (figura 22). Consisten en un baston de madera de 1 metro próximamente de altura, que en su extremo superior lleva una tablilla ó mira unida á escuadra, y en su pié está terminado en punta y herrado, en unas, y en otras cortado normalmente á su longitud: un juego de niveletas se compone de tres de éstas, de las que una tiene su extremo herrado y la tablilla de doble altura que las otras dos y pintada de dos colores bien distintos, como el blanco y negro, ó blanco y encarnado, como se vé en *a*, siendo horizontal la línea de separacion de las dos tintas. Cada niveleta pesa 1,50 kilógramos.

Pala. Se compone de una plancha de hierro algo curva enmangada á un ástil de madera (figura 24) y sirve para mover la tierra, cal, arena y otros materiales semejantes: la representada en la figura es la llamada *pala inglesa* y pesa de 2,30 á 3 kilógramos; la *pala recta* es análoga á la anterior, como se vé en la figura 25. Para quitar la nieve de la vía se emplea una pala de madera de la forma marcada en la figura 26.

Petardo (figura 27). Pequeña caja metálica, que contiene una composicion explosiva: se coloca sobre los carriles sujeta por las dos bandas salientes que se ven en su parte inferior, y al ser aplastada por las ruedas de los coches produce una fuerte detonacion.

Pico ó Picachon (figura 28). Es como los ordinarios, y pesa sin el ástil 4 kilógramos.

Piquete (figura 29). Es un baston de madera redondo ó cuadrado, herrado en su extremo para que se pueda clavar en el suelo, y sirve para marcar las alineaciones; las brigadas de obreros lo emplean para indicar cuándo tienen interceptada la vía, en cuyo caso le ponen en la parte superior un banderin.

Pison. Especie de mazo compuesto de un trozo de madera grueso y pesado, á veces con aros de hierro, que en su parte superior lleva unido un ástil para manejarle; sirve para apretar las piedras y otros usos; el pison de *cuña* tiene un declive en una de las superficies mayores y sirve para macizar los terraplenes.

Plantillas para el cajeado de las traviesas. En las vías férreas construidas con carriles de doble T, las cajas de las traviesas sobre las que se sientan los cojinetes, se marcan con la plantilla (figura 30), la que se compone de una barra de hierro *a*, terminada en sus dos extremos en forma de horquilla *h*, á la que van sujetos unos trozos de carril *m* de $0^m,25$ de longitud, espaciados en la misma anchura que ha de tener la vía, é inclinados en la misma forma que deben quedar los carriles de ésta.

Cuando se emplean los Vignole, la plantilla se compone (figura 31), de una barra de hierro ó madera *b*, que en cada uno de los extremos termina por un recodo de base rectangular, y cuyas dimensiones son algo mayores que las de la zapata del carril que ha de fijarse en la traviesa, ó sean $0^m,35$ de longitud y $0^m,105$ de anchura.

Como en la anterior, las bases de ésta están espaciadas á la distancia de los carriles é inclinadas á $\frac{1}{20}$; sus caras laterales tienen tambien la inclinacion conveniente para que puedan servir de guías á las barrenas con que se abren los agujeros para las escarpias. Cuando se usan planchas de junta, la base de la plantilla que se emplea tiene la forma del rebajo que se ha de hacer en las traviesas.

La figura 32 representa otro modelo, en el que vá marcada la posicion de las escarpias para las traviesas ordinarias y de junta, y por él se señalan con la barrena los agujeros que se han de hacer en las traviesas.

Portacarriles (figura 33). Sirven para trasportar los car-

riles y se componen de una barra *a* de madera y de una cadena, terminada en uno de sus extremos por una anilla y en el otro por un pasador; pesan 3 kilógramos y son de poco uso.

Raedera (figura 34). Sirve para limpiar los carriles en los pasos á nivel, y como la anterior, es poco usada esta herramienta.

Rasqueta. Tiene la forma de la figura 35, y sirve para quitar los cuerpos extraños que se suelen introducir entre el carril y contracarril en los pasos á nivel y cambios: hay otra rasqueta toda de hierro, que consiste en una barra redonda encorvada en uno de sus extremos en una longitud de 6 á 8 centímetros.

Rastrillo ó azadon con dientes. Su objeto es arreglar el balasto despues de sentada la vía; tiene la forma marcada en la figura 36, y pesa 3 kilógramos. Se usa tambien un rastrillo sin dientes, de figura de azada pequeña, para allanar la superficie de las banquetas y cunetas de la explanacion. El rastrillo de la figura 37 es de madera y se emplea para separar la nieve de los carriles.

Rompedera (figura 38). Se usa para estropear los carriles, romper las bridas, pernos, etc. golpeando directamente con ella ó sobre ella con un martillo macho.

Regla de asentador (figura 39, lámina 20). Es de madera pintada de negro, y tiene de 6 á 9 metros de longitud; en ella está marcada la separacion que debe darse á las traviesas cuando se va á sentar la vía.

Tajadera (figura 40). Especie de hacha pequeña que se usa para cortar el hierro, por lo que tiene su filo acerado: pesa 2 kilógramos.

Zapapico. Herramienta semejante al pico (figura 41), pero que en uno de sus lados tiene la forma de un azadon angosto. Los ordinarios pesan 3,60 kilógramos y los ingleses 3 kilógramos.

Máquinas para encorvar ó enderezar los carriles. La

representada en la figura 42, se compone de tres cilindros horizontales *a*, cuyos ejes se encuentran en los vértices de un triángulo isósceles, y tienen una garganta con el mismo perfil de los carriles de la vía. Segun el grado de curvatura que se ha de dar ó quitar á éstos, se pasan una ó más veces entre los cilindros, los que se ponen en movimiento por un sistema de engranajes movido por la palanca *b*, que pueden manejar con facilidad cuatro hombres.

Se suele usar tambien con el mismo objeto el aparato de la (figura 43), el que consiste en un tornillo movido por una palanca, que en sus dos extremos lleva dos grandes pesos. La tuerca *a* por donde pasa el tornillo está unida al brazo horizontal *m* de un estribo, cuyas ramas verticales se fijan en la superficie de una sólida cimentacion.

El carril *c* se sostiene á alguna distancia del tornillo por dos apoyos fijos, y entre ellos se ejerce la presion de aquél con más ó ménos intensidad, segun el efecto que quiere producirse.

Las figuras 44 y 45 representan otros dos medios de encorvar los carriles: en la primera, dispuesto el carril *a* que debe encorvarse sobre dos traviesas bastante separadas, se hace mover con una llave el tornillo del estribo que se vé sujeto al carril, el que empujando á éste le hará encorvarse más ó ménos, segun la presion que se ejerza sobre él. En la figura 45 el carril *a* está colocado como en la anterior, y unido á él hay una traviesa *t* recortada en una forma que se adapte bien el carril; sujeto con el estribo *c* va otro carril *m* sentado de plano, y entre éste y el *a* se coloca un tornillo que se mueve entre piezas de hierro *p* y *q* con una llave de carraca; por la presion del tornillo sobre el carril *a*, mucho ménos resistente en esta posicion que el *m*, se le podrá encorvar cuanto se quiera. Las piezas *p* y *q* con el tornillo podrán correrse á lo largo de los carriles para hacer la curvatura más ó ménos pronunciada, segun se desee. La traviesa *t* tie-

ne por objeto que no se deforme el carril *a*, como podria suceder si se apretára directamente sobre él.

Medios de abrir los agujeros de los carriles. Cuando se recortan algunos para emplearlos en las curvas ó en las reparaciones de los puentes, hay necesidad de abrir, en los extremos del trozo que se ha de utilizar, agujeros para el paso de los pernos de las bridas. Para esto se emplea el aparato llamado *carraca* (figura 46), el que consiste en un árbol horizontal ó vertical de hierro, que en su extremo lleva atornillada una *broca*, la que puesta en movimiento por medio de una llave, obra como barrena sobre el carril que se ha de taladrar. Con objeto de guiarla, y que los agujeros se abran exactamente en el punto que convenga para que se correspondan con los de las bridas, se emplea la plantilla figura 47, la que lleva dos agujeros *a* y *b*, espaciados como los de éstas. En la parte *n* hay un tope contra el que se aplica el extremo del carril, para que los taladros queden en el sitio que deben estar.

Despues de abiertos los agujeros, se comprueba su separacion por la plantilla figura 48, la que apoyando su parte *a* en la cabeza del carril, ha de poder pasar sus salientes *m* y *n* por los agujeros abiertos en el mismo.

CAPITULO SEGUNDO.

PREPARACION DEL MATERIAL Y ASIENTO DE LA VÍA.

I.—Cajeado de las traviesas.—Preparacion de los carriles y demás elementos de las vías.—II.—Asiento de las vías en los tramos en línea recta y terreno horizontal.—III.—Modificaciones en las curvas, pendientes y obras de arte.—IV.—Cambios y cruzamientos.—Diferentes casos que pueden presentarse.—V.—Pasos de nivel.—Placas giratorias y señales, etc.

I.

Cajeado de las traviesas.—Preparacion de los carriles y demás elementos de las vías.

Las traviesas que han de emplearse en la construccion de las vías férreas se conservan apiladas en los puntos designados para ello, clasificándolas segun la clase de madera de que se hayan cortado, y forma que tengan de las varias que se usan. Estas pilas deben tener $1^{m},80$ de altura á lo más, y se establecen sobre dos largueros semiredondos dispuestos en el suelo, y paralelamente uno al otro (figura 1.ª, lámina 21), colocando en la parte inferior las traviesas escuadreadas, y en la superior las semiredondas, con su cara curva hácia arriba. Las pilas se separan unas de otras por calles ó pasos de 1 metro de anchura, que se cubren por una capa de traviesas semiredondas muy unidas para que no dejen paso á las aguas de lluvia, y en las últimas pilas del depósito este lecho supe-

rior se hace que sobresalga $0^m,80$ de las cabezas de las otras con el mismo objeto.

Al sentar la vía, se establece un taller cerca de donde están apiladas las traviesas, en el que se les abren las cajas que deben tener para recibir los carriles ó los cojinetes, y para esto se colocan sobre dos largueros que disten uno de otro $1^m,50$ próximamente, poniendo su cara más ancha y regular hácia abajo, con objeto de que ésta sea la que despues apoye en el balasto, y en la otra es en la que se hacen los rebajos.

La profundidad de éstos depende de la forma de las traviesas, pero á lo ménos debe ser de $0^m,01$: en las semiredondas debe procurarse que quede siempre á la traviesa un espesor de madera de $0^m,12$, y contando con esto, se limita, cuando sea preciso, la profundidad del rebajo que haya de hacerse en ellas.

El cajeado puede hacerse á mano ó á máquina; el trabajo á mano es el más usual, y para guiarse en él sirven las plantillas de la lámina 19.

Para los carriles Vignole, el fondo del rebajo que se haga en la traviesa debe presentar la inclinacion de $\frac{1}{20}$ con que éstos han de quedar en la vía; éste se señala por medio de la plantilla (figura 31, lámina 19), la que sirve para marcar con la sierra los cuatro lados de las cajas paralelos á la direccion que deban tener los carriles; despues con la azuela se rebaja la parte de traviesa comprendida entre cada dos trazos, hasta la profundidad suficiente para que pueda sentarse el carril en una extension de $0^m,10$ de anchura por $0^m,12$ de longitud, que es el espacio que debe ocupar su zapata.

Cuando se emplean planchas de junta que por la diferencia de espesor de metales dan en su cara superior la inclinacion conveniente al carril, las cajas de estas traviesas serán horizontales.

El cajeado se termina abriendo los agujeros para las es-

carpias ó tirafondos: el punto en que conviene abrirlos, lo fija la plantilla (figura 32, lámina 19), en la que vá marcada la posicion que deben tener en las ordinarias y en las de junta; cuando se usan exclusivamente escarpias, no se suelen abrir los agujeros hasta que se ván sentando los carriles.

Estos taladros deben ser algo ménos profundos que la longitud de las escarpias ó tirafondos que se hayan de emplear; su espaciamiento en las de junta, en que se abren cuatro, debe ser de $0^m,10$ en los exteriores y de $0^m,07$ en los interiores para que queden entre los pernos de las bridas y éstos no estorben al clavar los carriles: en todas las traviesas se procura no abrirlos uno enfrente de otro.

Para asegurarse que el cajeado se ha decho con el cuidado y exactitud debida, es menester vigilar y comprobar las operaciones en detalle y las traviesas preparadas: para esto sirven las plantillas y agujas de comprobar. Tambien con este objeto, despues de sentados los carriles, se emplea la aguja *a* (figura 1, lámina 17), cuyos salientes *c*, *c* deben apoyarse contra la zapata de los carriles, mientras la prolongacion de la barra *a* toca las cabezas de los mismos.

Si se usan los carriles de doble T, las cajas de las traviesas se harán horizontales, ó más exactamente en el mismo plano, excepto para las de junta cuando en ésta se pongan cojinetes-bridas, pues en este caso deben hacerse inclinadas hácia el interior de la vía. Estos carriles exigen que en sus traviesas, ántes de llevarlas sobre la explanacion, se coloquen los cojinetes, los que se clavan por medio de la plantilla figura 30, lámina 19, pasándolos en los trozos de carril que ésta tiene y llevándolos sobre las cajas hechas en las traviesas; por medio de una barrena que se coloca en el agujero del cojinete se abren los que se necesiten para los tirafondos: primero se hacen los correspondientes al interior de la vía con una profundidad de $0^m,12$ á lo ménos, y se atornillan en ellos los tirafondos hasta su mitad; despues se abren

los esteriores, se colocan sus tirafondos, y éstos y los otros se van apretando alternativamente.

Terminada esta operacion se destornillan los cojinetes de las plantillas, dejándolos clavados en las traviesas que quedan así preparadas.

Los agujeros de los pernos ó escarpias para los cojinetes-bridas no se hacen sino en la misma vía.

Para comprobar la situacion de los cojinetes se emplea la plantilla *d* (figura 1, lámina 17), y para servirse de ella se introducen sus talones mayores en el hueco correspondiente á los carriles sobre cada traviesa: si éstos no entran bien, es señal de que la separacion de los cojinetes es demasiado grande, y la traviesa no puede servir más que para las partes curvas, donde la vía se ensancha.

Si la plantilla entra con demasiada holgura, los cojinetes estarán más próximos de lo conveniente, y para ver si á pesar de esto puede aprovecharse la traviesa, se vuelve la plantilla, y si sus talones más pequeños pasan bien por el hueco de los carriles, la separacion de los cojinetes es menor de la necesaria y hay que desechar la traviesa.

Preparacion de los carriles. Los carriles vienen provistos de sus agujeros de embridar desde las forjas en que se construyen; pero alguna vez es necesario abrírselos al emplearlos como sucederia si se recortasen algunos. Si son muchos los carriles que es necesario agujerar, se hace esta operacion en talleres especiales, y si son pocos, en la misma vía, usando la máquina de taladrar (figura 46, lámina 20). En este caso hay que cuidar de hacer los dos agujeros de cada extremo separadamente y no á la vez, pues pudieran rajarse los carriles.

En las curvas de corto rádio, en las que es preciso dar la curvatura conveniente á los carriles que se colocan en ellas, se consigue esto por medio de la máquina figura 42; tambien con la misma se les puede quitar parte de la que tengan,

y áun enderezarlos si fuese necesario, haciéndoles pasar por la máquina en sentido inverso.

Puede emplearse con el mismo objeto de encorvar los carriles la disposicion de la figura 42; pero en ésta, el efecto de la presion del tornillo es demasiado violento, y á poco que se apriete, se puede romper el carril, ó hacer que forme un ángulo muy pronunciado.

Para enderezarlos puede usarse otro procedimiento que consiste en sujetar bien los extremos del que se haya de poner derecho y aplicar contra él dos grandes criks, que se hacen mover lentamente. Con objeto de regularizar más el efecto de los criks, puede ponerse entre ellos y el carril un madero que tenga una de sus caras labrada segun el perfil de éste (figuras 44 y 45).

Exámen de los cojinetes, bridas, pernos, etc. El material menudo generalmente sale de los talleres en disposicion de ser empleado; sin embargo, conviene asegurarse de su estado al ir á servirse de él, ántes de distribuirlo sobre la vía.

De las bridas, planchas de junta, cojinetes y demás elementos que han de estar en contacto con los carriles ó traviesas, deberán examinarse las caras y bordes para ver si presentan alguna desigualdad ó saliente que impida este contacto, y si la tuvieran se les quita con la lima ó cortafrio. Las piezas que se hubieran alabeado, es menester enviarlas al taller para que las enderecen, y las que presenten alguna rotura se desechan.

En los pernos y tirafondos se ve si tienen los tornillos sin averías y se los limpia y engrasa, lo mismo que á las tuercas, que se prueban á mano ántes de trasportarlos para construir las vías.

Las bridas y cojinetes se reunen por parejas y en ellas se prueban los pernos que se han de emplear y los tirafondos para tener la seguridad de que no presentan dificultad al usarlos.

Todo este material se cuenta para entregarlo á los encargados del asiento de las vías.

II.

Asiento de las vías en los tramos en línea recta y en terreno horizontal.

Distribucion del material. Desde la estacion más próxima ó desde los depósitos se trasporta el material que ha de servir para la construccion de la parte de vía férrea que se trata de ejecutar, en volquetes ó trenes: el primer medio es preferible cuando la distancia del trasporte sea sólo de 2 ó 3 kilómetros, exceptuando el caso de que en este trayecto haya pendientes considerables.

En la explanacion del camino se suponen hechos los movimientos de tierras necesarios para abrir la caja y señalado el eje por piquetes clavados de 50 en 50 metros en las alineaciones rectas y de 20 en 20 en las curvas de corto rádio. Además otros piquetes indicarán las diferencias de pendientes y el nivel de la vía; en los dos lados de la explanacion se habrán hecho señales con el pico para indicar el emplazamiento de los carriles y guiándose por todos estos datos se descarga el material trasportado, echando á un solo lado y en el intervalo de cada dos señales, el número de carriles y traviesas que hayan de colocarse en él. Los carriles cortos se descargan todos juntos á la entrada de las curvas y el material menudo, como escarpias, pernos, bridas, etc., se deposita por grupos en cada intervalo.

Asiento de la vía.—Carriles Vignole. Repartido el material á lo largo de la vía que se trata de construir, se empiezan los trabajos por extender sobre la explanacion ya preparada una capa de balasto, con objeto de mantener las traviesas en su puesto y preservarlas de la humedad.

El balasto despues de apisonado debe quedar con un espesor de 0m,20 á 0m,30 si el terreno es seco, y si es húmedo se necesita emplear más cantidad de él, á veces hasta formar una capa que puede llegar á tener 0m,80 de altura; tambien podria reducirse considerablemente el espesor de balasto y áun suprimirlo por completo si fuese preciso, pues la estabilidad de las traviesas se obtiene, más que por él, por el frotamiento de la cara sobre que apoyan en el suelo y la presion producida por el paso de los trenes.

El balasto se lleva sobre la explanacion en carretillas y se extiende con la azada para formar el lecho en que se han de sentar las traviesas.

Suponiendo que se trata de construir la vía con carriles Vignole, el método de construccion será el siguiente:

Colocacion de las traviesas. Las traviesas se espacían colocando de seis á siete bajo cada carril de 6 metros, segun el número de ellas de que se disponga y segun se quiera que las juntas vayan apoyadas ó en falso. Si se emplean traviesas de junta, entre ella y la siguiente se deja una separacion de 0m,75 y desde ésta todas las demás se separan bajo el mismo carril á 0m,90, hasta llegar á la segunda de junta que distará de la última colocada 0m,75; desde la segunda de junta á la primera del segundo carril se toma la misma distancia de 0m,75, continuando despues separando las traviesas á 0m,90 para formar otro tramo análogo al anterior y así sucesivamente bajo todos los carriles.

Si las juntas debiesen quedar en falso, la colocacion de las traviesas se haria poniendo la primera á 0m,30 del extremo del carril y las demás se irian espaciando á 0m,90, hasta volver á colocar la última del tramo á 0m,30 del otro extremo.

Miéntras sea posible la separacion que se las dé, no debe pasar de 0m,90 á 1m,15 para las del centro, y de 0m,75 á 0m,90 en los extremos con las juntas apoyadas, y de 0m,30 á 0m,50 si van en falso.

En las juntas, ó cerca de ellas, se colocan siempre las traviesas de mayores dimensiones: cuando el camino tiene dos vías, y en las estaciones en que hay varias filas de carriles muy próximas, se ponen los extremos de las traviesas más gruesos ó más largos hácia el exterior, pues en la entrevía es donde están más resguardados y mejor bateados, por lo que el otro extremo es el que necesita la mayor resistencia.

Para colocarlas se emplea la regla de asentador, en la que con tiza se señalan las distancias que hayan de dejarse entre cada dos traviesas: por medio de esta regla se marca en el balasto la posicion que hayan de ocupar, ó mejor, si se dispone de varias reglas, se dejan tendidas en el suelo, y sus señales sirven para guiar la colocacion.

Fijada ésta, cada dos hombres cogen una traviesa del punto en que están depositadas, y la llevan sobre la vía, dejándola perpendicularmente al eje del camino y en el sitio indicado por las señales de las reglas, y cuando han colocado el número suficiente para contener de cinco á seis carriles, se nivelan aproximadamente las que correspondan á los extremos de cada uno de éstos por medio del nivel de vía ó de albañil.

Tambien podria hacerse la nivelacion como se indica en la figura 2: en los puntos *a* y *b*, que fijan la altura de la vía, se clavan unas niveletas, ó mejor unos piquetes que lleven sujetas en su cabeza unas tablas $m\,n$, $m'\,n'$, fijas por su otro extremo á otros piquetes *c*, *d*; las líneas $m\,n$, $m'\,n'$, deben ser horizontales, y quedar sobre el suelo á la altura que deben tener las traviesas, más la de la niveleta *p*: para las curvas, las tablillas se bajarian ó subirian sobre los piquetes *c* y *d*, para dar á las líneas $m\,n$, $m'\,n'$ la diferencia de nivel de los carriles.

Colocadas estas tablillas, la primera en el punto en que se empiezan á sentar las traviesas, y la $m'\,n'$ á bastante dis-

tancia de ella, un obrero pasa la niveleta *p* sobre cada traviesa corriéndola de uno á otro extremo en todas ellas, y el capataz encargado de sentar la vía dirige una visual desde la tablilla *m n* á la *m' n'*: si la mira *h* de la niveleta *p* enrasa con las líneas *m n*, *m' n'*, la traviesa está bien colocada. Si alguna de ellas resulta demasiado baja, se apila bajo de su extremo un poco de balasto, ó se quita éste con un bate si estuviese alta: se procura que todas queden algo más bajas que el plano en que hayan de estar despues de sentada la vía.

Asiento de los carriles Vignole. En ellos debe ir marcada con tiza la posicion exacta en que se han de clavar á las traviesas, y estas señales sirven para rectificar la situacion de las que se hayan colocado. Seis hombres se necesitan para trasportar cada carril desde el punto en que estén depositados, al en que deben clavarse.

La primera precaucion que hay que tomar al empezar el asiento, es asegurarse de que los extremos de los dos primeros carriles que se coloquen están en una perpendicular al eje de la vía. Para esto se emplea la escuadra de madera, cuyo reborde se aplica contra el lado exterior de uno de los carriles, haciendo que enrase su cabeza con el canto de la otra rama, la que por su extremo marcará la posicion de la cabeza del carril de la otra fila: de este modo se arreglan los dos primeros carriles de la vía con gran exactitud.

Los de cada fila se van colocando uno al lado del otro, sujetándolos provisionalmente con las bridas, las que se fijan con sólo dos pernos, cuyas cabezas se colocan al interior, y al exterior se atornilla la tuerca cuidando de no apretarla demasiado: basta con que se haga esta operacion á mano, teniendo untados de aceite los tornillos para mayor facilidad: en este trabajo se emplean dos hombres á cada lado de la vía.

Al colocar los carriles á continuacion uno de otro se les alínea lo mejor posible, dejando entre cada dos un espacio ó huelgo suficiente para permitir las dilataciones á que den

lugar las variaciones de temperatura y el paso de los trenes. Este huelgo debe ser de 0m,006 si la vía se coloca en invierno; de 0m,002 si es en verano, y 0m,004 en las estaciones medias, conviniendo más aumentar estas dimensiones que disminuirlas.

La separacion de los extremos de los carriles se obtiene colocando entre ellos calas de hierro de las dimensiones indicadas, las que se dejan puestas en los 6 ó 7 últimos carriles, miéntras se va construyendo la vía, para impedir que por algun choque se corra alguno y se disminuya su separacion del próximo á él.

Con objeto de ejecutar el asiento de la vía con más rapidez y mayor precision, se colocan y clavan primero los carriles de una de las dos filas, llevando las operaciones en la otra retrasadas en la longitud de seis á siete de ellos.

Modo de clavar las escarpias. Para esto se empieza por las traviesas de los extremos, y se emplean cuatro hombres: de ellos, dos llevan barras de hierro de las llamadas de pié de cabra y un pequeño trozo de madera, y los otros dos llevan martillos de asentador: los dos primeros se colocan uno frente á otro en cada extremo de la traviesa que hay que clavar, uno dentro y otro fuera de la vía, y meten la punta de la barra bajo la traviesa, levantándola y colocando el trozo de madera de modo que sirva de punto de apoyo para la barra; los otros dos obreros se sitúan al lado de los primeros y en la misma forma, y clavan las escarpias golpeándolas con el martillo. El que está fuera de la vía clava las interiores y el otro las exteriores, procurando alternar sus golpes como en las fraguas.

Clavadas las escarpias de las traviesas extremas de cada carril, se pasa á sujetar las intermedias; como todas deben estar un poco más bajas que el nivel de la vía, habrá necesidad de levantarlas con la barra al clavarlas apilando un poco de balasto bajo sus extremos, para que no queden des-

pues las traviesas colgadas de los carriles sin tocar á tierra.

Al sentar la segunda fila de carriles hay que tener en cuenta la anchura de la vía para que las dos líneas queden á la distancia conveniente. Para esto sirve la aguja de comprobar, la que puesta sobre los carriles como indica la figura 3 los mantiene separados, sin permitirles variar de posicion interin se fijan. En la práctica, la aguja se apoya por un extremo sobre el carril ya clavado, y se hace que el otro, por el reborde que marca la anchura de la vía, toque la cabeza del carril que se vá á sentar, sin entrar entre los dos; esto es á causa de que la vía, despues de construida, *abre* ó se ensancha algo.

Las escarpias se tendrán un poco al fuego ántes de clavarlas, y si entran torcidas ó se rompen, en vez de procurar arreglarlas, se pondrán otras. Algunos carriles llevan en su zapata muescas que corresponden á la posicion de las escarpias, con objeto de que éstas les sujeten mejor é impidan que se corran. Si los que se usan son de esta clase, se clavarán á las traviesas en los puntos que ellos marcan.

Si en vez de escarpias se empleasen pernos ó tirafondos, la organizacion de los trabajos sería análoga, introduciendo los tirafondos por medio de una llave inglesa, cuidando de no emplear el martillo.

Nivelacion. Clavados los carriles sobre las traviesas, se rellena de balasto el espacio comprendido entre éstas, y se nivela la vía. Ordinariamente los piquetes que indican su nivel y los de la alineacion están espaciados á 200 metros en las partes rectas, y con objeto de que no estorben, clavados fuera de la caja del camino.

En el punto de partida se coloca el carril más próximo á la línea de piquetes á la altura que debe quedar por medio de la regla y de un nivel de vía. Para esto se levanta la traviesa con una barra ó espeque y se vá acuñando con balasto hasta que queda horizontal y con la elevacion conveniente;

la misma operacion se ejecuta frente al segundo piquete, lo que dará dos puntos exactos de nivel á la distancia de 200 metros, y la nivelacion de la vía entre ellos se ejecuta despues con tres niveletas, como sigue:

La niveleta, que tiene su baston herrado, se fija en el balasto, con objeto de que ella sola se tenga en su posicion, colocándola frente á uno de los piquetes que marcan el nivel de la vía, y á la altura conveniente, segun á la que debe quedar ésta.

El jefe que dirige la operacion del asiento lleva en la mano otra niveleta que apoya sobre el carril que hay frente al primer piquete de trazado y la tercera es la que se presenta sobre el que se quiere nivelar, el que se levanta hasta que aquella que se tiene sobre él quede á la altura de las otras dos.

El carril que se nivela se levanta por medio de barras, que se meten bajo sus traviesas, hasta que quede horizontal, en cuyo caso se acuñan éstas con balasto: se levantan sucesivamente á la altura á que deban quedar las juntas y centros de toda la fila de carriles y despues se pone la otra al mismo nivel de ésta, por medio de la regla y de un nivel de vía.

El método descrito, que consiste en arreglar una fila de carriles con las niveletas, y la otra con la regla y el nivel, es largo y en algunos casos, sobre todo en línea recta, es mejor emplear un procedimiento más rápido, y en el que se nivelan á la vez las dos filas. Para esto se tienen en la mano la niveleta más lejana y la del centro, y cuando se ha arreglado á la altura conveniente el carril de un lado, se pasa inmediatamente al otro con todas las niveletas, de modo que la vía se encuentre levantada á la vez en las dos filas. A cada lado de la vía debe haber los obreros necesarios con las barras para no perder tiempo.

Al levantar los carriles debe cuidarse de no apoyar la barra contra ellos, porque se aflojarian las escarpias; tambien se

procura no elevar demasiado su nivel, porque despues costaria trabajo rebajarle: se comprende en efecto que para darle su posicion exacta sería preciso primero quitar balasto de debajo de las traviesas, bajar la vía por bajo de su nivel y en seguida darle la altura conveniente.

Mientras se nivelan los carriles debe procurarse que conserven su alineacion tan exactamente como sea posible, y si ésta varía algo se corrige la desviacion que hayan tomado, empujando las cabezas de las traviesas con espeques.

Bateado. Es la operacion de acuñar el balasto con los bates debajo de las traviesas y se hace simultáneamente por dos hombres que trabajan uno á cada lado de la vía.

Despues de nivelada ésta, cuando las dos filas de carriles están á la altura conveniente, se procede á extender el balasto, primero con la pala y azada hasta cubrir las traviesas y despues con el bate; para acuñar bien éstas, el balasto debe apretarse bastante bajo los carriles, y hasta $0^m,20$ ó $0^m,30$ á uno y otro lado de ellos. Las traviesas se *batean* más fuertemente en sus extremos que en su medio: pues como se comprende, si se apilase demasiado balasto bajo el centro, podrian descalzarse los extremos y entónces éstas oscilarian al paso de los trenes.

El jefe que dirija este trabajo debe cuidar atentamente y exigir que se haga por los cuatro lados de los carriles, es decir, por dentro y fuera de la vía en cada uno de ellos: tambien debe procurar que todas las traviesas queden bien acuñadas, lo que se conoce golpeándolas con un martillo.

En las vías en que las juntas están en falso hay que tener un cuidado especial en el bateado de las traviesas próximas á los extremos de los carriles, por ser éstas las más expuestas á movimientos.

Rectificacion de la vía. Se ejecuta por medio de las agujas de comprobar y con barras ó espeques. Para ello se coloca primero la fila de carriles más próxima á los pi-

quetes del trazado, á la distancia de éstos que se haya convenido y se alinean á ojo los intervalos comprendidos entre cada dos piquetes.

El capataz que dirige la operacion debe colocarse á bastante distancia de los asentadores para poder juzgar bien de la alineacion de los carriles, la que se corrige quitando el balasto de los extremos de las traviesas que deban correrse, sin lo que es fácil que se aflojen las escarpias, y empujándo aquéllas al lado que convenga con los espeques ó barras.

Tambien podria rectificarse la alineacion de la vía golpeando las cabezas de las traviesas con un martillo, pero en ningun caso se pegará sobre los carriles para alinearlas, ni para buscar el asiento de las traviesas, pues ambas operaciones tambien aflojarian las escarpias ó tirafondos.

Colocacion de las bridas. Terminadas las operaciones indicadas anteriormente se pasa á *embridar* los pernos que habian dejado de ponerse ántes, así como se aprietan definitivamente las tuercas de los otros.

Las llaves para las tuercas no deben tener más longitud de la indicada al describirlas, pues ésta basta para dar un brazo de palanca suficiente para apretar los tornillos, no conviniendo que sea mayor porque apretaria demasiado y estropearia las tuercas.

Para terminar el asiento de la vía sólo falta arreglar el balasto segun el perfil con que haya de quedar, el que en el interior de la vía debe estar á $0^m,08$ por bajo de las cabezas de los carriles, y en el exterior no debe subir sobre ellas.

Construccion con los carriles de doble T. Estos se colocan más fácilmente que los Vignole, puesto que la separacion de la vía la dan los cojinetes que llevan las traviesas, en los que sólo se necesita pasar y acuñar los carriles y no hay que clavar escarpias.

Para sentar la vía con carriles de esta clase, el órden que debe seguirse en las operaciones es trasportar las traviesas y

depositarlas próximamente en el punto en que hayan de colocarse, segun se ha indicado anteriormente; despues alinear las filas de cojinetes por medio de cuerdas, que se mantienen tirantes poniendo sus extremos en los cojinetes de dos traviesas que correspondan á dos piquetes del trazado, y por último se trasportan los carriles que se introducen en aquéllos, cuidando de dejar el espacio conveniente en las juntas. Colocados los carriles se ponen las bridas con sólo dos pernos.

En estos carriles tambien va marcada con tiza la posicion exacta de las traviesas intermedias: se colocan éstas y acuñan con balasto, como se ha dicho en el caso anterior, y despues se pasa á poner las cuñas que sostienen los carriles en los cojinetes.

Estas cuñas, que deben tener á lo ménos la longitud del cojinete, se introducen con precaucion para no estropearlas contra las aristas de las orejas ó por los golpes que se les den al meterlas. Para los cojinetes de las traviesas próximas á las juntas de los carriles, las cuñas deben ser más pequeñas, pues las bridas no permiten que entren tanto como deben y para que ajusten bien se les cortan 7 ú 8 centímetros de la punta.

Para ponerlas se emplean tres hombres: uno se encarga de distribuirlas al lado de las traviesas; otro, con un espeque que sostiene casi horizontal, apoya el carril contra el saliente exterior del cojinete y prepara así el hueco para la cuña; al mismo tiempo el tercero introduce ésta al lado opuesto al que ocupa el espeque y la sujeta apretándola con el martillo.

Las cuñas en las partes horizontales de la vía se ponen en el sentido de las pendientes más próximas, y en los caminos en que hay dos vías, en la direccion en que marchan los trenes en cada una: en las pendientes las cuñas deben seguir el sentido de éstas.

Despues de acuñados los carriles, las operaciones de nivelar y batear la vía, así como el pasar los últimos pernos

de las bridas y rectificar la alineacion de las dos filas de carriles, son análogas á las explicadas en el sistema anterior.

Observacion general. Hasta que cada tramo de vía esté completamente terminado conviene que no pase por él más de un tren, que es el que debe trasportar el balasto con que se cubren sus traviesas y el material para proseguir la construccion.

Si pasáran muchos trenes ántes de estar bateada la vía, como las traviesas no estarán bien sostenidas, los carriles se flexarán y se arrancarán los cojinetes ó las escarpias, pues cuando todas ellas no están concluidas de clavar, las que lo están, toman algun movimiento, por ser las que resisten el empuje que debia repartirse entre todas. Las consecuencias de estas perturbaciones sólo se manifiestan cuando ya lleva la vía algun tiempo de servicio, porque entónces exige frecuentes trabajos de reparacion.

El asiento de la vía es una operacion delicada que debe confiarse á obreros hábiles y minuciosos, los que deben procurar ante todo hacerlo bien, áun á costa de tardar algun tiempo más del calculado, pues con un primer asiento en buenas condiciones se ahorra despues mucho tiempo que sin esto habria que emplear en reparaciones.

Organizacion de los trabajos. La organizacion de las secciones empleadas en el asiento de las vías puede hacerse de distinto modo, segun la rapidez con que haya de procederse en cada caso: si no es indispensable activar mucho la construccion, conviene dividir las operaciones de manera que se utilicen, el mayor tiempo posible, los mismos obreros en cada una de ellas, pues de este modo se obtiene el mejor partido de la práctica que adquieren.

En este caso, suponiendo que se trata de construir la vía con carriles de doble T, la seccion de obreros puede componerse de un jefe elegido entre los más hábiles de aquéllos y

de 24 hombres, divididos en tres cuadrillas de á 8, con sus jefes respectivos.

El tramo de vía que deba construirse se divide en secciones de á 200 metros, en las que se hace el asiento del modo siguiente: uno de los capataces empieza por marcar sobre el balasto con la regla de asentador el emplazamiento que debe ocupar cada traviesa, y los otros siete obreros colocan éstas aproximadamente en su posicion, empezando por las de junta, si debe haberlas, ó por las próximas á los extremos de los carriles si las juntas van en falso; estas traviesas se fijan con más precision que las otras, cuidando de que queden algo más elevadas que las demás. La segunda cuadrilla destina su jefe y dos hombres para arreglar las traviesas intermedias en su posicion exacta y los otros cinco ponen los carriles en los cojinetes, colocan las bridas, pasando los pernos sin apretar las tuercas y ponen entre las cabezas de los carriles las calas de separacion.

La tercera cuadrilla acuña los carriles en los cojinetes del modo siguiente: uno de sus hombres señala en cada uno de aquéllos la posicion de los cojinetes, otro distribuye las cuñas colocándolas cerca de las traviesas, y otros dos, provistos cada uno de una barra ó espeque corto, levantan las traviesas y las colocan de manera que coincidan los cojinetes con la señal marcada en los carriles; el jefe de esta brigada coloca las cuñas con las precauciones necesarias, para evitar que se les levanten astillas ó se rajen, y otros dos obreros apilan con los bates ó palas el balasto bajo el extremo de las traviesas, hasta que éstas queden á la altura conveniente, en cuyo caso el último aprieta las tuercas de los pernos de las bridas.

Las dos primeras cuadrillas, como llevan su trabajo adelantado sobre el de esta última, cuando terminan su tarea, empiezan á extender el balasto sobre la parte de vía terminada, cuya posicion rectifican.

Las herramientas y útiles necesarios para esta seccion de 24 obreros, son: 5 zapapicos, 20 palas, 20 bates, 1 mazo de hierro, 8 barras grandes, 4 de pata de cabra, 4 espeques, 4 martillos de acuñar, 4 llaves de tirafondos, 10 calas del grueso correspondiente á la temperatura de la estacion, 2 reglas de asentador, 2 agujas de comprobar la vía, 2 niveles de aire ó de albañil, 2 escalafones de curvas, 2 escuadras, 2 dobles metros divididos, 6 piquetes, 2 juegos de niveletas, 1 azuela de mano, 2 barrenas y 2 carretillas.

Si la vía se construyese con carriles Vignole, los obreros necesarios serian 35 y un jefe repartidos en cuatro brigadas, compuestas la primera de 7 obreros, la segunda de 10, la tercera de 14 y la cuarta de 4.

La primera cuadrilla trasporta y coloca las traviesas; la segunda, rectifica la posicion de las que lo necesiten y sienta los carriles pasando los pernos de las bridas; la tercera, clava las escarpias, y la cuarta, concluye de embridar y rectifica la vía arreglando el balasto.

Las herramientas que necesita esta seccion son: 5 zapapicos, 10 palas, 10 bates, 4 barras, 2 espeques, 6 martillos de acuñar, 4 llaves de una ó dos bocas, 8 llaves inglesas, 2 barrenas, 12 calas, 2 reglas de asentador, 2 niveles de aire ó de albañil, 2 escalafones de curvas, 2 escuadras, 2 dobles metros, 6 piquetes, 2 juegos de niveletas y 1 azuela.

Cuando se quieran ejecutar los trabajos del asiento de las vías con mayor rapidez, las secciones se deben componer de 46 hombres, los cuales pueden construir en once horas 100 metros de vía, y en este caso la distribucion de los obreros cuando se empleen carriles Vignole será: un jefe, un ayudante y un vigilante que reemplazarán los capataces anteriores, 5 obreros asentadores de carriles, 10 asentadores de traviesas divididos en dos grupos de á 5, 12 clavadores divididos en dos de á 6, 14 bateadores y 2 obreros para embridar.

El órden del trabajo será el siguiente: los 5 asentadores de carriles colocan las traviesas de junta y sobre ellas extienden los carriles guiándose con piquetes que clavan en la direccion de la vía para la alineacion y con el nivel de albañil para darles la altura que marcan los piquetes del trazado. En las traviesas de junta, ó en las próximas á los extremos, si no hay de aquellas, clavan ligeramente los carriles; tras de estos obreros, y á una distancia de dos largos de carril, los asentadores de traviesas colocan las intermedias sin alterar la posicion de las de junta ó de las que las reemplazan, y batean la vía lo suficiente para que las traviesas que han puesto queden bien sentadas y tocando á los carriles.

Los 12 clavadores, divididos en dos secciones, que cada una sigue siempre la misma fila de carriles, ván detrás de la seccion anterior clavando las traviesas intermedias; los bateadores, divididos tambien en dos cuadrillas de á 6, destinan dos de ellos á acuñar las traviesas extremas con el balasto, y los otros á extender éste y batear la vía.

Cuando una cuadrilla alcance en su trabajo á otra, pasará delante de ella, avanzando una distancia de tres longitudes de carril, y allí proseguirá sus operaciones; de este modo todas trabajarán alternativamente delante ó detrás de las otras segun avancen y no se estorbarán.

III.

Modificaciones en las curvas, pendientes y obras de arte.

Curvas.—Colocacion de los carriles cortos. Las traviesas se colocan en estas partes de las vías siguiendo la alineacion que marquen los piquetes y en direccion normal al eje del trazado: la separacion que se les da es la indicada en la figura 41, lámina 5, y como no deben quedar horizontales

sino inclinadas para que los carriles de las dos filas presenten la diferencia de altura conveniente, como se dijo en la página 22, la capa de balasto sobre la que se sientan las traviesas, se arreglará con la pendiente que corresponda, y la nivelacion se hace como representa la figura 2, lámina 21, poniendo las tablillas m, n, y m', n', con la inclinacion marcada.

Como las dos líneas de carriles en las curvas tienen distinto desarrollo, al sentar éstos sobre las traviesas, una fila avanzará más que la otra, y si se quiere que las juntas vayan sobre la misma traviesa ó en el mismo intervalo de dos de ellas, será preciso igualar las cabezas de los carriles, empleando en la fila más larga uno más corto de los que se fabrican con este objeto. La colocacion de cada carril recortado, si se usan los Vignole, conviene cuando el extremo del de la fila interior avanza $0^m,05$ más que el de la exterior, pues ya en este caso la traviesa de junta tendria que separarse mucho de su posicion ordinaria para coger las cuatro cabezas de los carriles. Así, cuando por medio de la escuadra se nota que la diferencia entre las longitudes de los dos lados llega á $0^m,05$, no se deja que aumente, y se coloca un carril de $5^m,90$ en la curva interior y otro de 6 metros en la exterior: de este modo la fila interior quedará ahora $0^m,05$ más corta, pero continuando la vía con carriles de 6 metros á ambos lados, volverá á anularse esta diferencia y áun á necesitarse el empleo de otro carril recortado; se vé, pues, que usando los de estos dos tamaños distintos no se tendrá que variar la posicion de las traviesas de junta en más de $0^m,05$. Con los de doble T esta diferencia no llegaria á ser de $0^m,02$.

El número de carriles recortados, necesarios en cada curva, los dá la fórmula $n = \frac{D}{d}$, en que D es la diferencia de desarrollo de las curvas exterior é interior, y d la que haya

entre el carril ordinario y el recortado; el valor de D es $D = \frac{2\,a\,l}{r + a}$, siendo a la semianchura de la vía, l la longitud del carril ordinario y r el rádio de la curva.

El valor de n será tambien el del número de traviesas de junta normales á la curva.

La tabla siguiente dá el número de carriles cortos que se deben emplear por cada 100 metros de longitud de curva, segun el rádio de ésta:

RÁDIOS de las curvas.	NÚMERO DE CARRILES CORTOS por cada 100 metros de longitud de curva.	
	De doble T, de $5^m,46$.	Vignole, de $5^m,90$.
200	15,0	7,5
250	12,5	6,0
300	10,7	5,0
350	9,4	4,3
400	8,3	3,8
450	7,5	3,3
500	6,3	3,0
600	5,4	2,5
700	4,7	2,1
800	4,2	1,9
900	3,8	1,7
1000	3,1	1,5
1200	2,7	1,2
1400	2,3	1,1
1600	2,1	0,9
1800	1,9	0,8
2000	1,5	0,7
2500	1,2	0,6
3000	1,1	0,5
3500	0,9	0,4
4000	0,7	0,4
5000	»	0,3

Si las curvas tuviesen ménos de 200 metros de rádio habria necesidad de emplear carriles más cortos que los indi-

cados. En campaña para una reparacion provisional podrian usarse cualquiera clase de carriles, áun sin recortar, poniendo las juntas de las dos filas en distintas traviesas, ó bien sobre la misma, sujetando sus extremos con piquetes, si hubiese de tener mucha inclinacion.

Diferencia de altura de los carriles. En estas partes la vía debe presentar un desnivel entre sus dos lados y para colocar los carriles en esta posicion es para lo que sirve el escalafon de curvas.

La fila interior de carriles se clava como en las partes rectas, desviándola algo de su posicion *a* (figura 5) por el aumento de anchura que debe tener la vía; para sentar la fila exterior se pone el escalafon (figura 4) apoyando el escalon correspondiente á la diferencia de nivel sobre el carril sentado, y su otro extremo, cuando la parte superior de la regla sea horizontal, marcará la altura del carril exterior y lo que haya que subir ó bajar la traviesa para dejarla en la posicion debida.

La tabla siguiente indica la mayor elevacion que debe darse al carril exterior, segun el rádio y diversas velocidades con que hayan de marchar los trenes.

ANCHURA DE LA VÍA.		RADIO de la curva.	PARA UNA VELOCIDAD EN KILÓMETROS POR HORA DE							
Recta.	Curva.		30	40	50	60	70	80	90	100
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1,672	1,679	300	0,035	0,063	0,098	0,142	0,192	0,252	0,318	0,393
	1,678	350	0,030	0,056	0,084	0,121	0,165	0,216	0,266	0,342
	1,678	400	0,027	0,047	0,074	0,106	0,145	0,186	0,238	0,295
	1,678	450	0,023	0,042	0,065	0,093	0,128	0,167	0,210	0,258
	1,676	500	0,021	0,038	0,059	0,085	0,116	0,151	0,191	0,235
	1,676	600	0,018	0,031	0,049	0,071	0,096	0,126	0,159	0,196
	1,675	700	0,015	0,027	0,042	0,061	0,083	0,108	0,135	0,168
	1,675	800	0,013	0,024	0,037	0,053	0,072	0,094	0,120	0,148
	1,674	900	0,012	0,021	0,033	0,047	0,064	0,084	0,106	0,131
	1,674	1000	0,011	0,020	0,029	0,042	0,058	0,076	0,096	0,118
	1,674	1200	0,009	0,016	0,025	0,035	0,048	0,063	0,080	0,098
	1,674	1400	0,008	0,014	0,021	0,030	0,041	0,054	0,068	0,084
	1,673	1600	0,007	0,012	0,018	0,026	0,036	0,047	0,061	0,073
	1,673	1800	0,006	0,011	0,016	0,024	0,032	0,042	0,053	0,066
	1,673	2000	0,005	0,010	0,015	0,021	0,029	0,033	0,048	0,059
	1,673	2500	0,004	0,008	0,012	0,017	0,023	0,030	0,038	0,047
	1,673	3000	0,004	0,006	0,010	0,014	0,019	0,025	0,032	0,039
	1,673	3500	0,003	0,005	0,008	0,012	0,017	0,022	0,028	0,033
	1,673	4000	0,003	0,004	0,007	0,011	0,015	0,019	0,025	0,028
	1,673	5000	0,002	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,021	0,024

Esta mayor elevacion del carril exterior debe existir en toda la longitud de la curva, y por lo tanto, es menester ir ganando la diferencia de nivel en los últimos carriles de las partes rectas por los dos extremos.

Miéntras la longitud de los tramos rectos lo permita, esta diferencia se vá reduciendo á razon de $0^{m},001$ por metro, lo que determinará el carril, á partir del cual se empieza el desnivel en la vía.

En las líneas muy accidentadas, como la velocidad de los trenes es menor, puede aumentarse la pendiente de los carriles próximos á la curva, hasta $0^{m},002$ por metro.

Si se tuviesen que construir dos curvas seguidas, separa-

das sólo por una alineacion recta demasiado corta para permitir por los dos lados la diferencia de pendiente marcada, se tomaria el punto medio de la parte recta como de partida para las dos inclinaciones distintas.

Como cerca de las estaciones y cruzamientos de vía, se marcha con una velocidad muy pequeña, puede disminuirse y áun suprimirse la diferencia de nivel de las dos filas de carriles en estos puntos.

Carriles encorvados. Si la curva es de pequeño rádio, y se han de encorvar los carriles que se empleen en ella, puede hacerse esto, ó con las máquinas, ó dejándoles caer entre dos apoyos.

Por este procedimiento, con una altura de caida de. . . .	$0^m,65$	$0^m,80$	$0^m,90$
se obtienen carriles curvos de flecha de.	$0^m,005$	$0^m,010$	$0^m,015$
que pueden emplearse convenientemente en curvas de rádios de.	900^m	600^m	200^m

Para carriles de doble T puede ser menor la altura de caida, pues son más débiles que los del sistema Vignole.

Pendientes. Para la union de las partes en pendiente con los tramos horizontales ó con los que tengan distinta inclinacion, se puede emplear la curva de flechas proporcionales cuyo trazado se indica en el apéndice.

En vez de establecerla en plano, se la traza en perfil, y su construccion es sencilla, no empleándose para ello sino niveletas. Lo primero que debe determinarse es la longitud de la curva de union, la que debe tener tantas veces 10 metros cuantos milímetros haya de diferencia entre las dos pendientes: conocida ésta y multiplicada por 10, se toma la mitad de la cantidad que resulte á cada lado del punto de partida de las dos pendientes, y esto marcará los límites de la curva de enlace. Cuando se coloca una vía nueva, el punto

del cambio de pendiente lo marca un piquete en el trazado, pero si no fuera conocido, se determinaria prolongando las dos pendientes con las niveletas, hasta ver dónde se cruzaban.

Teniendo los extremos *A* y *C* de la curva de enlace (figura 6) y el punto *P* de union de las pendientes, se coloca una niveleta en el punto *A* y otra en el *C*, y con la tercera, alineada con estas dos, se marca sobre el *P*, en un piquete, otro punto *B* que esté situado en la línea *A C*; se mide la diferencia de altura entre *B* y *P* y en su mitad *D* se tiene un punto de la curva de la vía ó sea la altura que debe tener el carril que se coloque en *D*. Se llevan despues las niveletas á *A* y *D*, y en el medio de la línea *A D* se marca otro punto *G* y por bajo de éste se toma la cuarta parte de la distancia *D P*, obteniendo así el punto *E* de la curva; de este modo se pueden fijar todos cuantos se quieran á un lado y otro del cambio de pendiente. De igual manera que se ha dicho para los entrantes, se trazan los ángulos salientes del perfil longitudinal. Cuando se tienen marcadas en piquetes las alturas de los carriles, se asienta la vía con la regla y el nivel frente á cada piquete y á ojo entre cada dos de ellos.

En la práctica se principia por colocar á 2 metros del carril exterior todos los piquetes en que se quiere marcar el nivel de la vía. Estos podrian ser en la figura 6 los de los puntos *A*, *C* y *D*, además otros intermedios entre *A D* y *D C*, y por último otros en medio de las nuevas divisiones, de modo que todos los piquetes quedasen á 10 metros uno de otro, siendo inútil aproximarlos más.

Obras de arte. En ellas, en general, los carriles se colocan sobre largueros que deben llevar las mismas cajas que las traviesas: en las entradas de las curvas es preciso tener en cuenta además la mayor elevacion que ha de darse al carril exterior, para calcular, contando con ella, la forma del rebajo. Para evitar que las escarpias con que se clavan los carri-

les rajen los largueros, se les tuerce algo el corte, con objeto de que no obren como cuñas en la madera.

Si se emplean carriles de distinto sistema en las obras de arte, como, por ejemplo, si se usan los carriles Brunell colocados sobre largueros unidos á los tableros de los puentes metálicos, se detiene el asiento de la vía general á 50 ó 60 metros de la obra y se mide exactamente la longitud de vía que hay que colocar entre este punto y el en que empiezan los carriles del otro sistema: el espacio comprendido entre los dos se construye con carriles de diversas longitudes, alternando con los ordinarios, para lo que se recortan algunos si no los hay de menores dimensiones que la usual.

En las obras de fábrica, la vía se debe colocar sobre una capa de balasto cuyo espesor sea á lo ménos de $0^{m},25$, evitando, en las de poca luz, que las juntas caigan sobre las pilas ó estribos, empleando, si se necesitan, carriles de mayores longitudes para obtener esta condicion: en los puentes de grandes luces, las juntas de los carriles extremos deberán apoyarse sobre el terraplen á que está unida la obra.

En esta clase de construcciones se deben repartir las traviesas, de modo que la clave de la bóveda se encuentre siempre entre dos de ellas.

IV.

Cruzamientos y cambios de vía.—Diferentes casos que pueden presentarse.

Construccion de los cruzamientos. Las figuras 47 y 48 de la lámina 6 representan la forma en que se colocan las traviesas y carriles de estos puntos de las vías cuando éstas se cortan normal ó casi normalmente: el asiento de la vía en estas partes no presenta dificultad alguna respecto á lo explicado bajo el epígrafe anterior y en las mismas figuras se mar-

ca la posicion relativa de cada una de las traviesas, las que pueden estar, como se ve en la figura 47 *A*, colocadas prolongando las de una vía y desviando algo las de la otra, ó formando un bastidor central (figura 47 *B*) en el que se abrirán las cajas correspondientes. En la figura 48, como las dos vías están á distinta altura, las traviesas de la una podrán ensamblarse sobre las de la otra, sirviendo esta disposicion para sujetarlas mejor todas ellas.

Cuando los cruzamientos son muy oblícuos, el asiento de las traviesas y carriles en toda su extension puede hacerse ó empleando sólo las traviesas ordinarias y distintas para cada una de las vías que se cortan, ó usándolas de mayores dimensiones y comunes para los cuatro carriles que se cruzan.

Esta última disposicion, que es la que se adopta generalmente en Alemania, exige ménos madera, pero de mayores dimensiones y más difícil por tanto de encontrar. La primera necesita que se mezclen las traviesas de las dos vías, y en algunos puntos se deberán colocar tan unidas como se ve en el cambio figura 59, lámina 9, que será difícil batearlas bien: uno ú otro sistema de colocacion se adoptará segun las circunstancias.

Si las traviesas han de ser comunes á los cuatro carriles, sólo podrán colocarse de este modo miéntras la separacion que van tomando las vías no obligue á emplear maderas de gran tamaño, como sucederia en *a* y *b* figura 49, lámina 7, ó á abrir las cajas muy próximas á los extremos; la longitud de las mayores cachas no debe pasar de $3^m,70$, y como todas ellas necesitan cajas especiales, más ó ménos separadas unas de otras, segun el punto en que se han de colocar, habrá que determinar su situacion y la posicion de los rebajos con bastante exactitud, ejecutándolos despues con gran cuidado. Por esto estas traviesas no se preparan en los talleres, sino sobre la vía, al mismo tiempo que se van á emplear.

La figura 49 representa el plano de un cruzamiento com-

pleto de las vías y en ella se ve detallada la posicion de las cachas y el aumento de longitud que van tomando éstas desde el centro *c* hácia los corazones *a* y *b*; á partir de estos puntos sería preciso emplear ya traviesas distintas para las dos vías.

Cuando todo el cruzamiento se sienta sobre traviesas ordinarias (figuras 49 *a*, 49 *b* y 49 *c*), en las correspondientes á cada vía, no se hacen más cajas que las que necesitan sus carriles, si bien habrá que abrir unos rebajos para dar paso á las zapatas de los de la otra cuando sean Vignole, pues los de doble T, como van más elevados, no tocarán en ellas.

Bajo los tres puntos *a*, *b*, *c*, de cada cruzamiento, se forman bastidores compuestos de traviesas unidas por largueros que las cruzan, y que se colocan por debajo ó encima de ellas (figuras 49 *a* y 49 *b* ó 49 *c*), siendo preferible esta última disposicion, porque permite mejor el bateado de las traviesas, si bien exige más trabajo en la labra de la madera.

Estos bastidores se construyen y arman en un taller, y despues se desmontan y se numeran sus piezas para trasportarlas al punto en que se deben colocar: en él se sientan próximamente en la posicion en que hayan de situarse, para señalar las cajas de las traviesas, y despues de hechas éstas, se clavan definitivamente todas las piezas y se rectifica su situacion con los espeques.

Los corazones se colocan sobre los bastidores sin inclinacion alguna, y las cajas que para ellos deben abrirse serán horizontales: los contracarriles y la prolongacion de las patas de liebre se sitúan del mismo modo, excepto sobre la traviesa de junta, en la que éstas se unen á los carriles, pues en este punto necesitan tener la inclinacion de $\frac{1}{20}$ para que puedan embridarse bien con aquéllos, y para esto será preciso torcer sus extremos en una longitud de $0^m,20$, que es la que debe coger la brida.

Como los contracarriles se colocan normales á las traviesas, sus cajas serán independientes de las de los carriles, las que no deben tener más anchura que la de la zapata de éstos, para que no se unan á las otras: los centros de los contracarriles deben estar alineados con la punta del corazon.

El espacio necesario para colocar cada cruzamiento con corazones de 0m,09 ó 0m,12, es la longitud de dos carriles Vignole, y en cada una de estas partes (figuras 49 *a* ó 49 *b*), se necesita: un corazon de acero, dos patas de liebre de 3 metros de longitud, dos contracarriles de 3 metros, cuatro tacos de fundicion, para los centros de los espacios de cada carril y contracarril, y otros cuatro, uno para cada extremo de estos mismos espacios; ocho pernos para la union de los carriles y contracarriles, y dos largueros y siete ó nueve traviesas, segun el ángulo del corazon.

Si se hubiesen empleado los carriles de doble T en la construccion de la vía, la disposicion de los cruzamientos es análoga á la explicada, pero las traviesas necesitan cajas especiales para los cojinetes que unen los carriles, contracarriles y patas de liebre. Cada cruzamiento se compondrá de un corazon de acero unido á dos trozos de carril de 1m,87 de longitud, dos patas de liebre de 4m,25 de largas, dos contracarriles de 3m,30, y además los cojinetes especiales siguientes: uno que se coloca en el punto en que las patas de liebre están más próximas, otros dos que unen el corazon á las patas de liebre, otro que liga á la vez las dos ramas que siguen á la punta del corazon, ocho que sujetan los carriles y contracarriles, y de éstos, cuatro para los dos centros y cuatro para los extremos, que por la curva están más separados; por último, cuatro cojinetes para las patas de liebre, y los dos que ligan éstas á los carriles ordinarios: estos cojinetes sólo tienen una oreja, la exterior, y los carriles se unen por medio de una brida acodada, que se coloca dentro de la vía y se sujeta por dos pernos á la oreja del cojinete.

Las dos juntas de los carriles que hay enfrente de los cojinetes últimos se suelen unir por medio de un cojinete-brida (figura 27, lámina 4), compuesto de dos piezas separadas, de hierro laminado, el que se sujeta á la traviesa por tres escarpias ordinarias.

En este corazon, su extremo debe encontrarse $0^m,006$ más bajo que las patas de liebre, y esta diferencia de nivel se gana en una extension de $0^m,50$.

Los bastidores de madera son semejantes á los de los cruzamientos Vignole.

Para la parte central *c* del cruzamiento (figuras 49 y 49 *c*), el bastidor es el representado en la última figura, cuyo corte *a b* marca la posicion de los carriles, contracarriles y traviesas.

La colocacion de estos elementos no debe presentar dificultad, una vez conocida la de los puntos *a* y *b*.

Como en estas partes de las vías es posible que las ruedas de los coches y máquinas, por el juego que tienen, chocasen contra los contracarriles, se suelen colocar éstos más elevados, y así se evita que estas ruedas monten sobre ellos: esta disposicion es la que se vé en *c*, corte *a b*. Tambien se acostumbra poner, en vez de los contracarriles, unas viguetas de madera forradas de hierro (figura 50) bastante más elevadas que los carriles: en este caso, la forma del bastidor la indica la figura. El espacio necesario para establecer un cruzamiento completo es de 26 ó 33 metros entre las puntas de los dos corazones, segun el ángulo de éstos.

Colocacion de los cambios de via.—TRAZADO. Para colocar uno de estos aparatos en las vías del sistema Vignole, se necesita próximamente el espacio ocupado por tres carriles, pero como cada cambio exige la union de dos vías, y por lo tanto que los carriles de ellas se crucen, de aquí que sea preciso disponer de una extension mayor para establecer

las diferentes partes de que se compone el cambio y el cruzamiento correspondiente (1).

La longitud de vía necesaria depende de la anchura de la entrevía y de la curvatura que se dé al ramal que enlaza las dos vías principales (figura 7, lámina 21) ó del ángulo que éstas formen (figura 58, lámina 9) si ellas mismas se unen.

---

(1) En estos aparatos hay que estudiar: 1.°, la longitud total que ocupa el cambio; 2.°, la longitud de las agujas; 3.°, la abertura que deban dejar éstas entre ellas y el carril de costado, y 4.°, el ángulo del cruzamiento, ó sea el del corazon.

La longitud total del cambio se determina teniendo en cuenta que la parte de la vía comprendida entre las agujas y el cruzamiento debe ser curva, y permitir el paso de las máquinas cuyos ejes son fijos, y esto no puede efectuarse sino se deja algun juego entre las pestañas de las ruedas y los carriles.

Suponiendo una máquina de tres ejes equidistantes, y designando por a la distancia comun de dos ejes consecutivos, y por b el juego del calado de las ruedas, se deduce la fórmula $a^2 = 2\,r\,b - b^2$, de donde $r = \frac{a^2+b^2}{2\,b}$, y por término medio se vé que r está comprendido entre 150 y 300 metros.

Los límites de r generalmente admitidos, son: cuando por el cambio han de pasar trenes enteros, de 180 á 300 metros; si sólo hubiese de servir para máquinas aisladas, r, estará comprendido entre 150 y 180 metros; para vagones solos, entre 100 y 150 metros; y para las nuevas locomotoras, de 80 á 100 metros.

El asignar á r un valor mayor de los anteriores, tiene el inconveniente de exigir el empleo de corazones demasiado agudos, y si se hiciese menor resultaria una curva muy pronunciada, y por lo tanto no seria fácil el paso por ella de los trenes.

Conociendo el valor del rádio r de la curva, la longitud total del cambio se deduce de la fórmula $L = \sqrt{2\,r\,d - d^2}$, siendo d el ancho de la vía. Si el cambio fuese simétrico, es decir, si la vía se bifurcase desviándose á uno y otro lado, la longitud sería $L = \sqrt{r\,d}$. En general, L viene á tener de 25 á 28 metros próximamente, pero cuando se necesita otra disposicion análoga para el paso de los trenes en sentido contrario, hay que tener en cuenta el espacio que media de un cruzamiento al otro, y la longitud total ocupada por estos aparatos seria de 60 metros próximamente, puesto que la longitud comprendida entre las puntas de los corazones de los dos cruzamientos es $L' = \frac{D - \frac{\alpha}{\cos \alpha}}{\operatorname{tang} \alpha}$ ó de un modo aproximado $\frac{D - \alpha}{\operatorname{tang} \alpha}$, siendo D la entrevía.

2.° Longitud de las agujas. Por medio de las fórmulas convenientes se deduce ésta en funcion del rádio de la curva, resultando para rádios de 150, 200, 250, 300 y 400 metros, agujas de $5^{m},75$, $6^{m},60$, $7^{m},40$, $8^{m},12$ y $9^{m},80$ respectivamente.

Ordinariamente el ramal de enlace (figura 7, lámina 21) se traza con un rádio de 240 metros y se hace que en toda la extension que ocupan las agujas y los corazones, quede un espacio en línea recta: contando con ésto y con una entrevía de $2^m,06$ se tiene del primer cambio al primer cruzamiento. . . . . $26^m,20$
entre los dos corazones *m* y *n*. . . . . $7^m,03$
y del segundo cruzamiento al segundo cambio.. . . $26^m,20$

Total. . . . . $59^m,43$

La anchura de la entrevía se ha supuesto de $2^m,06$; si ésta aumenta, la distancia entre los dos corazones *m* y *n* aumenta en la misma proporcion que la tangente de ellos, es decir, en $0^m,10$ por centímetro de aumento de anchura en la entrevía: así para la de $2^m,14$ que tiene $0^m,08$ más que la an-

---

En general esta longitud en la práctica está comprendida entre 4 y 6 metros, usándose comunmente las agujas de 5 metros: el variar esta dimension respecto de la que teóricamente las corresponde, no produce inconveniente alguno, pues la desviacion á la entrada de la curva es muy pequeña, y en cambio presenta ventajas el no alargar las agujas á más de 5 ó 6 metros, pues resultarian demasiado débiles.

3.º Desviacion de las agujas y espacio recorrido por las puntas.—La distancia entre el carril de costado y el talon de la aguja, es por término medio de $0^m,065$, y suponiendo que la cabeza del carril sea de $0^m,06$, la cara interior de la aguja estará á $0^m,125$ del carril de costado adjunto.

Las puntas de las agujas han de separarse de $0^m,12$ á $0^m,14$ del carril de costado, para que las pestañas de las ruedas no puedan en ningun caso chocar con aquéllas: además las agujas están encorvadas hácia el eje de la vía, con objeto de aumentar el espacio que recorran sus puntas.

4.º El ángulo formado en el cruzamiento depende de la longitud del cambio, ó sea del rádio de la curva: como se comprende, puede variar este ángulo mucho; pero para reducir los tipos de corazones, se limita esta variacion á los casos más generales, y así se adoptan en el extranjero para

rádios de	135^m	180^m	240^m
ángulos de	$8^\circ 31'$ á $11^\circ 54'$	$7^\circ 30'$ á $10^\circ 36'$	$6^\circ 40'$ á $9^\circ 31'$

En España, en la línea de Pamplona, se usaban corazones de ángulos comprendidos entre $5^\circ 20'$ y $6^\circ 11'$, con rádios de 300 y 250 metros, y en la de Barcelona, entre $5^\circ 36'$ y $6^\circ 38'$, con rádios de 350, 300, 275 y 250 metros. Hoy se procura usar sólo los corazones de $5^\circ 36'$ y $7^\circ 30'$, si bien existen los empleados anteriormente.

terior, la distancia entre *m* y *n* será $0^m,80$ mayor, ó sea $7^m,03 + 0^m,80 = 7^m,83$.

La distancia *A B* desde la junta del carril contra-aguja próxima al extremo de ésta á la punta del corazon, con los carriles Vignole, se ha supuesto de $26^m,20$. Esta longitud puede variarse, pero es la que más conviene á las vías en que se usan los carriles de 6 metros, porque con élla se colocan los dos aparatos del cambio y cruzamiento en cinco longitudes de carril, y de este modo hay que cortar menor número de éstos que con otra distancia cualquiera; sin embargo, podria reducirse esta magnitud á 25 metros y aumentarla á 29, conservando el mismo rádio de 240 metros á la curva de union y el mismo ángulo al corazon; pero dejando menor espacio en línea recta para las agujas y corazones: con una distancia menor de 25 metros ó mayor de 29, habria que dar á la curva de enlace un rádio menor de 240 metros, lo que debe evitarse miéntras sea posible.

Con los carriles de doble T, la longitud *A B* es de $27^m,63$ y puede reducirse ó aumentarse como se ha dicho ántes á 24 ó 29 metros. Con la distancia de $27^m,63$ la parte curva empieza á $4^m,02$ del talon de la aguja y termina á $0^m,71$ de la punta del corazon, lo que no da espacio bastante para colocar todo el cruzamiento en línea recta y habrá que emplear un rádio de 170 metros, en cuyo caso la curva terminará á $2^m,88$ de la punta real del corazon y empezará á $6^m,09$ del talon de la aguja.

Con la distancia de 29 metros de *A* á *B* se obtendria un trazado, segun el cual el rádio de la curva sería de 173 metros y con la de 24, ó mejor de $24^m,8$, el rádio sería mucho mayor; pero quedaria sólo una pequeña parte recta cerca del extremo del talon de la aguja.

La adopcion de unas ú otras magnitudes depende del espacio de que se disponga, longitud de los carriles y agujas y ángulos de los corazones; pero lo dicho basta para co-

Determinada la posicion d
respondiente, la curva que los
los medios explicados en el
cuerdas la alineacion del carri
del corazon.

La forma de las vías en los ca
figuras 51 á 61 de las láminas 8 y
posicion de los carriles, contracar
la manera de unir y enlazar todos
cesarios.

CONSTRUCCION. En ella hay que
colocacion del aparato del cambio
de las vías que los enlazan.

Conocido el trazado, si se trata
con carriles Vignole, al sentar la ví
co correspondiente á tres longitude
siones ordinarias de 6 metros, en el
las agujas, y el de dos carriles, en e
pondiente: la figura 8 de la lámina
líneas de puntos los huecos corresp
corazon, y la disposicion de la vía

El aparato del cambio se sienta
dos con traviesas y cachas (figuras
tos el que más convenga, segun l
ponga; las trav

exterior ó interiormente á los carriles: si se situasen debajo de las traviesas, podrian corresponder á la posicion de los carriles, y en este caso debian ser bastante anchos.

Los bastidores se arman y fijan exactamente en su posicion antes de colocar ninguna pieza del cambio; las traviesas y los largueros se nivelan con cuidado, para que los cojinetes, sobre que van los agujas, queden bien horizontales y faciliten el movimiento.

Colocado el bastidor se pasa á fijar los carriles de costado, y para esto hay que observar que la anchura de la vía, en la punta de las agujas, debe disminuirse en $0^m,01$, es decir, que debe reducirse á $1^m,662$ en vez de $1^m,672$ que tiene en general; esta disminucion se compensa en una longitud de vía equivalente á dos carriles, de modo que en la primera junta anterior á las agujas haya $1^m,665$ de anchura y $1^m,672$ en la segunda. La dimension de $1^m,662$ se mantiene en toda la longitud de las agujas, haciéndose despues el aumento hasta $1^m,672$ de la manera indicada para las puntas, en la parte correspondiente á partir del talon.

Los dos carriles de costado se situarán por tanto á $1^m,662$ uno de otro, en su extremo próximo á la punta de las agujas, y en el otro extremo la separacion será de $1^m,815$, porque se tiene que la separacion de la vía es de $1^m,662$, la anchura de la cabeza de un carril de $0^m,060$, y la separacion entre el carril de la vía principal y el de costado $0^m,093$, de modo que $1^m,662 + 0^m,060 + 0^m,093 = 1^m,815$ para los extremos de los carriles de costado.

De los dos carriles contra-agujas se sienta primero el de la vía principal, uniéndole con las bridas al último de ésta, y despues, á la distancia indicada, el de la de enlace. Una vez bien situados los dos, se señala con tiza sobre cada uno de ellos la posicion exacta que corresponde al eje de cada traviesa, y sobre ellas se colocan los cojinetes de las agujas debajo de las señales que acaban de hacerse, las cuales de-

ben estar en relacion con los agujeros que se hayan
en los carriles, para sujetarlos con los pernos á los c
de friccion: colocados éstos, se clava todo el bastidoı

Antes de llevar á su puesto las agujas, deben
por medio de las varillas de conexion, y pasadas ést
troduce el talon de las agujas en el cojinete correspoı
y se confronta si sus puntas quedan á la distancia con
te del extremo de los carriles de costado. Las agujas
hacer con éstos un ángulo, cuya tangente en las dos
Vignole y de doble T, es de 0^m,027.

El intervalo entre la cabeza del carril contra-ag
aguja, debe ser en el talon de ésta de 0^m,065.

La aguja debe entrar bien en la entalladura de la
del carril de costado, y es necesario para que la dil
se efectúe libremente, que quede un espacio entre sı
y el extremo de la entalladura de 0^m,05 á 0^m,06.

Para terminar la colocacion del cambio, sólo que
la varilla de maniobra, que se atornilla á uno de los
de aguja por la extremidad del recodo, colocando ı
delante de la tuerca, para impedir que se afloje.

Al sentar el aparato de maniobra, hay que tener p
que la distancia entre el extremo de la palanca y e
debe ser á lo ménos de 1^m,20, para que quede el espa
cesario á el paso de los trenes. Si no hubiere sitio b
para colocarla en estas condiciones, se sitúa el apa
maniobra paralelamente á la vía, y se establece una ı
sion á ángulo recto. Las figuras 52 y 57 indican la p

La colocacion de las partes correspondientes á los cruzamientos se hará como se ha indicado para las figuras 49 *a* y 49 *b*.

Para un cambio de vía de esta clase se necesita el material siguiente:

Dos agujas, derecha é izquierda, de 5 metros; 2 carriles de costado, derecho é izquierdo; 2 contracarriles; 1 corazon con las dos patas de liebre unidas á él; 3 varillas ó tirantes de aguja, con sus articulaciones para el movimiento; 1 palanca de maniobra de contrapeso; 1 tirante para trasmitir el movimiento de ésta á las agujas; 10 cojinetes intermedios de aguja, 2 de punta y 2 de talon; 14 pernos para unir los carriles, contracarriles y patas de liebre; 9 tacos de fundicion; 64 tirafondos; 8 pares de bridas; 2 largueros para la palanca de maniobra, 2 para el bastidor del cambio y otros 2 para el del cruzamiento; 18 traviesas sencillas y 88 escarpias.

Si en el cambio que hubiera que construir se empleáran carriles de doble *T*, su colocacion no debe presentar dificultad, por ser análoga á la anterior, con sólo la variacion de forma de las agujas y de los cojinetes de talon, y para ello se emplearian los elementos siguientes:

Dos agujas, derecha é izquierda de $4^{m},50$; 2 carriles contra-aguja de $5^{m},50$; 2 id. para la vía, junto á los contracarriles del corazon; 2 patas de liebre; 2 contracarriles; 3 varillas para las agujas y 1 tirante para la maniobra; 1 palanca completa para el movimiento; 8 cojinetes de friccion para las agujas; 8 pernos para los carriles de costado; 2 cojinetes de talon; 6 id. para sujetar los carriles y contracarriles; 2 para las patas de liebre; 20 de los intermedios; 2 de punta; uno dentro del corazon pasada la punta y otro para sujetarla; 74 pernos comunes; 22 cuñas largas y 14 cortas; 4 pernos largos para los cojinetes de talon; 18 traviesas sencillas, 5 id. dobles, incluso la del contrapeso.

El asiento de las vías comprendidas entre las agujas y el corazon, se puede hacer sobre traviesas ordinarias (figura 59, lámina 9) ó con cachas de diversas longitudes (figura 58). La primera disposicion es la que generalmente se empleará en campaña, porque no exige maderas de dimensiones especiales, ni un dibujo preliminar, para señalar la posicion de las cajas de las traviesas, como se necesita en la figura 58, en la que es preciso determinar la posicion de cada cacha, y numerarlas todas con cuidado, despues de marcar los rebajos que hayan de hacerse, para colocarlas en el terreno en la misma posicion que se les asignó en el dibujo.

La colocacion sobre traviesas ordinarias se hace del modo siguiente: colocados los bastidores de los aparatos del cambio y cruce en la posicion que deben ocupar, se disponen las traviesas de las dos vías, perpendicularmente al eje de cada una de ellas, y se les alínea por medio de cuerdas. Si las juntas de las cuatro filas de carriles se corresponden, se emplea una traviesa de junta comun, y las otras se reparten de modo que los puntos de apoyo de los carriles, no esten á más de $1^m,10$ uno de otro.

Colocadas todas las traviesas, se señala con tiza, en las de la vía recta, los puntos de paso de los carriles de la de enlace, y en ellos se hacen con la azuela unos rebajos para que puedan pasar las zapatas de los carriles, como se indicó en los cruzamientos: lo mismo se hace en las traviesas de la vía curva, para el paso de los carriles de la principal, y unos y otros deben ser lo bastante anchos para que permitan rectificar la alineacion de la vía, cuando sea necesario, sin que tropiecen los carriles en las cajas.

Sentadas las traviesas, los carriles se colocan empezando por los de la vía recta y clavándolos como de ordinario; los de la curva no se fijan definitivamente, sino despues que se ha dado á la vía la curvatura regular, rectificando los defectos que se noten á simple vista.

Una cuadrilla compuesta de 1 capataz y 24 obreros, puede colocar los dos aparatos de cambio y cruzamiento y la vía de enlace que los une, en una hora y veinte minutos, suponiendo que las traviesas y carriles están en el punto en que se han de emplear.

Cuando haya que colocar dos cambios de vía uno á continuacion de otro, conviene dejar entre ambos el espacio de un carril, pero puede suprimirse esta distancia si no se dispusiere del terreno necesario para ello.

Cambios en las curvas. El trazado de los cambios de vía para enlazar las que están en línea recta en el espacio ocupado por el enlace, es el más sencillo de ejecutar y el que presenta más ventajas en su empleo, por lo que, cuando haya necesidad de establecer un aparato de esta clase en las partes curvas de las vías, lo primero que deberá hacerse es tratar de construir en línea recta la extension necesaria para situar en ella el cambio.

Generalmente en las curvas de gran rádio esta solucion es posible y sólo exige que se unan por otras curvas de rádio menor las partes de vía próximas al espacio que se ha colocado en línea recta, el que debe tener la longitud bastante para que exista esta alineacion desde un carril anterior á la aguja á otro posterior al corazon. Cuando por alguna causa no sea posible rectificar la direccion de la vía férrea, y se necesite colocar el cambio sobre la misma curva, siempre hay que modificar ésta para colocar en línea recta las agujas y corazones.

De todos modos, el trazado indicado anteriormente para las partes rectas no puede emplearse en las curvas, siendo preciso adoptar otro que varía segun los diferentes casos que pueden presentarse: estos, en general, son los dos siguientes:

1.º La vía de enlace presenta su curvatura en el mismo sentido que la principal, y en este supuesto, el corazon *B*

se encuentra sobre el carril correspondiente al rádio menor (figuras 9 y 16, lámina 22.)

2.° La curvatura de la vía de enlace es en sentido contrario á la de la otra, estando el corazon establecido sobre la curva de rádio mayor (figuras 10 y 16).

PRIMER CASO. En la curva *R* de la vía principal, se pueden construir dos tramos rectos para la colocacion de los aparatos del cruce y cambio.

La curva *r* de la de enlace será de un rádio tanto menor cuanto menor sea el de la vía principal. La relacion entre estos dos rádios cuando se usan corazones cuya tangente sea $0^m,09$ y se adopta una distancia $AB = 24^m,48$ (1) de punta á punta, la dá la tabla siguiente:

RÁDIO *R* de la vía principal.	RÁDIO *r* de la vía de enlace.
3000	215
2000	210
1500	200
1000	190
800	180
700	175
600	170
500	160
400	145
300	125

la que está calculada para los carriles de doble T, y en la hipótesis de que las agujas hacen con el carril de costado un ángulo cuya tangente es $0^m,027$. Si la vía fuera del sistema Vignole, podrian adoptarse para *r* los mismos valores de la tabla correspondientes á cada uno de los *R*, pero tomando para la distancia *A B* $25^m,80$.

(1) *A B* es siempre la distancia indicada, página 99.

Las curvas trazadas con estos rádios permiten disponer en línea recta el corazon, á partir de las patas de liebre, y las agujas en toda su longitud y aún quedaría una pequeña extension rectificada en la prolongacion de los talones. De la tabla anterior sólo deben usarse en las vías en que hayan de circular trenes con su velocidad ordinaria y no sean apartaderos para los vagones, los rádios *r*, superiores al de 170 metros, que corresponde al de 600 de la vía principal: además, en las curvas de pequeño rádio y para los corazones tangentes $0^m,09$, es necesario adoptar un rádio mayor para la parte de vía comprendida entre el cruzamiento y las agujas.

Como no siempre será posible hacer esta modificacion en el trazado de las vías para colocar los cambios, porque puede ella obligar á que se separe demasiado el eje del trazado de la direccion que deba seguir la vía en las obras de arte ú otros puntos de paso preciso, cuando esto ocurra habrá que recurrir á corazones cuya tangente sea menor que la indicada, los de $0^m,08$ por ejemplo.

El empleo de éstos exige mayor distancia entre ellos y las agujas, y los aparatos pueden colocarse en seis longitudes de carriles de $5^m,50$ cada uno ó en una extension equivalente en carriles Vignole de 6 metros.

Para la distancia $A\,B = 29^m,80$ y estos corazones, convienen los rádios indicados en la tabla siguiente:

R.	*r.*
1000	300
800	280
700	265
600	250
500	230
400	200
300	170
250	150
200	130

los que, como los de la anterior, están calculados en números redondos, suficientes en la práctica para el trazado de las curvas de union, y pueden emplearse áun cuando se tuviera necesidad de variar algo la distancia *A B*.

SEGUNDO CASO. Cuando la vía de enlace presenta su curvatura en sentido contrario á la de la vía principal, y por lo tanto el cruzamiento se verifica sobre el carril de la curva de mayor rádio, se pueden emplear los corazones correspondientes á $0^m,09$, con la longitud $A\,B = 24^m,48$ en todas las curvas cuyos rádios sean mayores de 300 metros; para las de rádios inferiores á éste, no es posible usarlos, porque las prolongaciones de las agujas y de las caras de aquéllos no se encuentran en el intervalo comprendido entre los aparatos y sería necesario para unirlos trazar dos curvas cuyas curvaturas fuesen en sentido contrario.

Para las curvas que tengan 300 metros de rádio, el ramal de enlace que corresponde, debe estar en línea recta desde el cambio al cruce, entre el talon de las agujas y el extremo de las patas de liebre. En este caso puede hacerse á ojo la alineacion de la vía de enlace entre las agujas y el corazon. A medida que el rádio de la vía principal aumente, el de la de enlace disminuye, aproximándose sin cesar al de 222 metros, que es el correspondiente á una alineacion recta; por esto el corazon de $0^m,09$ puede ser empleado en este segundo caso para curvas de rádio mayor de 300 metros, y para las de menores rádios hay que modificar el trazado anterior, ó emplear corazones de distinta abertura.

Si el terreno en que se ha de colocar el cambio es limitado, puede usarse un corazon más abierto, de $0^m,12$, el que exigirá una distancia, $A\,B = 20^m,90$, de punta á punta para que pueda situarse en línea recta el aparato.

Admitiendo, como ántes, que la aguja forme el ángulo con el carril de costado tangente $0^m,027$, y que la curva de enlace empiece en el talon de la aguja y concluya á $2^m,88$

de la punta real del corazon, se podria trazar ésta con un rádio de 134 metros.

Para este mismo corazon y diferentes rádios, la relacion entre los *R* y *r* sería la de la tabla siguiente:

VÍA PRINCIPAL *R*.	VÍA DE ENLACE *r*.
Alineacion recta	134
300	220
250	230
200	280
150	350

Los valores de *r* corresponden á una distancia $AB = 20^m,90$, á excepcion del de 150, que necesita se reduzca ésta á 20 metros para que la union sea posible.

En resúmen, puede decirse que el corazon tangente $0^m,12$ es el que debe adoptarse en general para los cambios. Los más agudos, como los de $0^m,09$, pueden emplearse en el caso de tener que colocar los cambios en partes curvas cuando el ramal de enlace presenta su curvatura en el mismo sentido que la vía principal y el rádio de ésta es pequeño, y para sentar un cambio en estas condiciones se necesita disponer de mayor longitud de vía que cuando ésta está en línea recta.

Si la curvatura de las vías principal y de enlace están en sentido contrario y trazadas con un corto rádio, conviene el empleo de corazones más abiertos, porque con ellos se sienta el aparato de cambio en la más corta extension de vía posible.

En campaña no se dispondrá siempre del tiempo y medios necesarios para hacer los estudios y dibujos para los tipos que se encuentren, y rara vez se tendrán los carriles recortados que hagan falta. Para remediar estos inconve-

nientes, se encuentran en la tabla 7.ª del apéndice los datos suficientes para establecer un cambio de vía con los diferentes modelos de corazones más usuales.

De la inspeccion de ella se deduce que empleando un ángulo de corazon de $0^m,09$, se puede adoptar un rádio de 300 ó 250 metros para la curva de enlace, los que dan $24^m,46$ ó $21^m,84$ para la distancia del talon de la aguja á la punta del corazon: si se adopta el rádio de 300 metros, la longitud $24^m,46$ puede descomponerse en dos partes, que serán, una para el carril pata de liebre, de 2 metros próximamente, y otra para la vía, de $22^m,46$, y esta última longitud puede dividirse en tres carriles de 6 metros y uno de $4^m,46$.

Si no se dispusiese de carriles recortados, se disminuye el número de los que hay que cortar, del modo siguiente: Se coloca el talon de la aguja y la punta del corazon á una distancia tal, que empleando cuatro carriles de 6 metros para cada una de las filas interiores de las vías se puedan utilizar los dos últimos, próximos al corazon, como patas de liebre, encorvándolos á $2^m,50$ próximamente de su extremo: las filas exteriores se formarán igualmente de carriles de 6 metros de largos, á excepcion de los dos últimos que se cortan con la longitud conveniente para que encajen entre los carriles fijos al bastidor.

Adoptando esta disposicion, la punta del corazon se encontrará á 22 metros de los talones de las agujas, y por tanto, dentro del límite admitido, y sólo se habrán tenido que cortar dos carriles.

Curvatura de las patas de liebre y contracarriles. Cuando por alguna circunstancia no se tengan carriles encorvados en estas formas, puede dárseles la curvatura necesaria á los ordinarios por medio de las máquinas explicadas anteriormente, presentándolos sobre una plantilla marcada por el dibujo que se tenga para construir el aparato. El trazado de estas plantillas es sumamente fácil de ejecutar:

para las patas de liebre se traza una recta *B C* (figura 11), y en ella se señala un punto *A*, del que parten las dos ramas *A D* y *A E*. A 1 metro á uno y otro lado de *A*, se toma perpendicularmente á *A B* y *A C* la mitad de la tangente del cruce y los puntos así señalados indican la direccion de las líneas *A E* y *A D*. El centro de la pata de liebre debe formar una curva de 6 metros de rádio y de $0^m,61$ de longitud. Los extremos del carril se encorvan con un rádio de $1^m,30$.

Para los contracarriles, basta indicar que el espacio entre las cabezas del carril y contracarril próximos es de $0^m,045$, en una longitud de $0^m,475$ á ambos lados desde su centro: este intervalo se vá ensanchando hasta llegar á $0^m,055$, á la distancia de $1^m,125$ del centro, y en los extremos, el contracarril se termina por una curva de $1^m,75$ de rádio.

V.

Pasos de nivel.—Placas giratorias.—Señales, etc.

Construccion de los pasos de nivel. La primera condicion que hay que tener presente al sentar los carriles en estas partes de las vías, es que no presenten ninguna salida ó depresion respecto al plano de la carretera que cruza sobre ellos. Si los carriles son Vignole (figura 43, lámina 5), y se colocan sobre las traviesas ordinarias, se suelen usar las planchas de hierro (figura 37, lámina 4), pero de mayores dimensiones, porque tendrán que sostener cada una un carril y un contracarril, y su base estará dispuesta de modo que el carril quede inclinado como debe estar; la separacion entre el carril y contracarril se asegura por medio de tacos de hierro, de un modo análogo á como se vé en *b*, (figura 28, y en la figura 45, lámina 5).

Esta separacion debe ser de $0^m,05$ entre los bordes de las cabezas, en las partes en línea recta; en las curvas de corto

rádio, como hay que aumentar la anchura de la vía, debe tambien aumentarse la caja formada por el carril y contracarril, dando mayor aumento á la del lado interior de la curva ó fila más corta de carriles; así, por ejemplo, para curvas de 300 metros de rádio, la separacion de las cabezas del carril exterior y su contracarril, deberá ser de $0^m,06$, y la correspondiente al interior, $0^m,07$.

En ningun caso se harán las cajas de más de $0^m,07$, porque las pezuñas de los animales podrian introducirse en ellas; tampoco deben ser más estrechas de lo indicado, para que las ruedas de los vagones no choquen en los contracarriles.

Si por cualquier circunstancia un contracarril no pudiese ser de una sola pieza, su junta no debe corresponder con la del carril.

Tambien se suelen sentar los carriles en estos puntos sobre largueros en vez de traviesas (figura 42), y en este caso se pueden usar cojinetes para colocar sobre ellos los carriles, ya sean Vignole ó de doble T; para estos últimos se emplean los cojinetes dobles (figura 26, lámina 4), y la separacion entre el carril y contracarril es siempre de $0^m,07$.

La parte de la carretera comprendida entre los carriles de la vía férrea en toda la extension del paso, debe recubrirse con una materia susceptible de resistir el paso de los carruajes, y que no esté expuesta á sufrir grandes alteraciones.

Si el camino es de poco tránsito, el piso del paso se cubre con madera, pudiéndose emplear tablones de pino de $0^m,08$ á $0^m,10$ de espesor, ó se hace un afirmado con grava. Cuando la circulacion por la carretera haya de ser muy activa, lo mejor es empedrar ó adoquinar el paso.

En general conviene que los pasos de nivel no estén situados cerca de los túneles ó grandes trincheras, sino en puntos desde donde sean fácilmente vistos los trenes á bastante distancia.

En los puntos *m* y *n* (figura 43), se colocan las barreras de la lámina 13, que deben cerrar el paso.

Colocacion de las placas giratorias. Una de las causas que más influencia tienen en el buen asiento de las placas, es que la excavacion ó foso en que se sitúan presente fácil salida á las aguas de lluvia y esté exento de humedad: por esto conviene que del fondo de todas ellas parta una cañería, que lleve las aguas á las cunetas ó fosos más próximos.

La excavacion necesaria para colocar una placa de $4^m,40$ de diámetro, debe tener $1^m,05$ de profundidad y 5 metros de diámetro, lo que producirá un vacío de $0^m,30$ al rededor de aquélla, y de $0^m,40$ por bajo del círculo de los rodillos: espacios análogos habrá que dejar para las placas de otras dimensiones, y con esto se podrá determinar el volúmen de la excavacion que haya de hacerse para cada una.

Las cimentaciones sobre que se sienta la parte inferior no deben hacerse de mampostería, pues sería necesario ejecutarlas con mucha perfeccion, para que no hubiese algun pequeño asiento difícil de corregir. Algunas veces se acostumbra interponer un bastidor de madera entre el suelo y la base inferior de las placas, sobre todo cuando éstas están situadas en las vías por donde han de pasar muchos trenes; sin embargo, lo mejor es colocar sobre el fondo de la excavacion una capa de balasto de $0^m,60$ de altura, bien extendida y nivelada, y sentar sobre ella la placa giratoria, que deberá quedar con la estabilidad y fijeza conveniente.

Si el balasto que se haya de emplear no reuniese buenas condiciones, se le tamiza ó parte para que resulte bien homogéneo.

La altura que se le dé debe ser menor que la de la parte más baja del círculo de hierro sobre que corren los rodillos de la placa, y, como se ha dicho, para la vía, al sentar éste, es preferible que quede más bien bajo que alto, por ser más fácil

de nivelar de aquel modo; tambien debe procurarse que todos los puntos de apoyo de la placa sean igualmente resistentes, pues si no lo fueran se podrian romper algunas piezas de fundicion por los asientos que se produjeran.

Nivelado el asiento de la base se coloca el pivote en el punto preciso en que concurren los ejes de las vías que se cruzan, cuidando de disponerle de manera que la parte superior de la placa giratoria no apoye sobre él sino sobre los rodillos ó ruedas del movimiento.

Colocada toda la parte inferior se arregla definitivamente el balasto, procurando acuñarla por igual en todas partes.

Las planchas de palastro con que se reviste la caja de la excavacion se unen con pernos entre sí y con los cojinetes últimos de los carriles de las vías que sirve la placa, ó bien llevan ellas una ranura (figura 69, lámina 10) para recibir las cabezas de estos carriles, que despues de colocados, quedan con un corte oblícuo, como se vé en *c c* (figura 65), y dejando entre ellos y los de la placa giratoria un hueco suficiente para que el giro se haga sin dificultad.

Con este mismo objeto tambien se suele hacer mayor la separacion entre las cabezas de los carriles de la vía, anteriores á la placa, para que por su dilatacion no empujen á los contíguos al foso y estorben el movimiento.

Toda la parte superior de la placa giratoria se arma fuera del foso y para conducirla á la posicion en que haya de quedar se emplean los gatos ó tornos, haciéndola resbalar sobre carriles dispuestos en pendiente ó sobre rodillos de madera y cuando llega al foso se la coloca en su posicion exacta con barras y espeques. Entre el tablero superior y el revestimiento de la excavacion debe quedar un espacio de $0^m,01$.

En la figura 65 se vé en *S* el tablero de la placa tal como queda despues de construida la vía; en *R* la colocacion del tablero preparado para recibir los carriles Brunell, que se sujetan como indica la figura 66 á las vigas *v*; en *Q* la dispo-

sicion de las vigas ántes de cubrirlas con las planchas de palastro, y en *P* se vé la manera de unir las varillas *b* á la rangua del pivote y á las ruedas *r* que sirven para el movimiento.

La union de las viguetas *v* á la corona *n* se hace como indica la figura 67.

Los puentes giratorios (lámina 11), como han de recibir un peso mucho mayor, necesitan colocarse sobre una cimentacion hecha con mampostería perfectamente construida; generalmente el fondo del foso en que se sitúan se construye como se vé en la figura 75, poniendo varias hiladas de ladrillos *a*, unidos con mortero hidráulico, bajo el círculo en que giran las ruedas que sirven para el movimiento, y el pivote se sienta sobre un sillar grueso *b*, empotrado en un macizo de hormigon *m*, con pernos que le sujeten; todo el suelo se reviste con mortero hidráulico y se le da una pendiente bastante pronunciada para que corran las aguas con facilidad á la cañería de desagüe *n*.

En el tablero formado por las vigas *a* se colocan los carriles y las ruedas *c* que sirven para el movimiento, en la disposicion que marcan las figuras 74.

Colocacion de las señales. Las de hierro vienen desde la fábrica en condiciones de poderlas colocar, y si se han de hacer de madera, éstas han de estar bien sanas, y las que se usen para los piquetes perfectamente escuadreadas.

El árbol de madera ó fundicion que ha de sostener el disco, se sitúa en el punto que se designe, de modo que éste quede paralelo á la vía en las alineaciones rectas, y en las curvas se le da una direccion tal, que la luz producida por el farol venga á encontrar la vía á 300 metros del punto en que se coloca la señal.

Para marcar esta direccion se clava un piquete en el punto de la vía á que debe llegar la luz, y se hace pasar el plano del disco por él y por el árbol de la señal: la buena co-

locacion del farol se comprueba encendiéndole un
y viendo si la luz pasa por el punto indicado.

Respecto á la construccion de los muelles, emba
y barreras, y demás elementos detallados en el prin
tulo, basta para comprenderla con lo dicho al des
y la inspeccion de las figuras correspondientes.

CAPITULO TERCERO.

TRABAJOS DE ENTRETENIMIENTO Y CONSERVACION.

I.—Reparaciones en la explanacion del camino.—II.—Material de la vía.—Plataforma de circulacion.—III.—Renovacion de un tramo de via.—IV.—Reparaciones en los puntos especiales y obras de arte.—V.—Entretenimiento de las placas giratorias.—Señales, etc.

I.

Reparaciones en la explanacion del camino.

La conservacion de las vías férreas en buen estado de servicio, exige que constantemente se tenga necesidad de ejecutar algunas reparaciones para corregir los defectos que las lluvias, el paso de los trenes ú otras causas, producen en ellas.

La primera condicion á que hay que atender en el entretenimiento de las vías, es á mantener lo más seca posible la explanacion, dando libre paso á las filtraciones que pueda haber en los taludes de los desmontes, y á que las aguas de lluvia desaparezcan lo más pronto posible de la vía, lo que se consigue conservando el perfil que se da á el camino en sus diferentes partes, por ser éste el que presenta más facilidad á la salida de las aguas.

Los trabajos de entretenimiento en la explanacion, se re-

ducirán, por consiguiente, al arreglo de los taludes en las trincheras y terraplenes, de las cunetas y de las partes del camino que quedan á los lados de ellas y á las que se da nombre de *banqueta*.

Defectos de los terraplenes. En ellos pueden correrse fácilmente las tierras, y cuando llevan algun tiempo de servicio desaparecen las aristas y se forman baches y quebraduras en su superficie, que pueden dar lugar á depresiones considerables en la plataforma de circulacion, causando ciertas interrupciones en el paso de los trenes: tambien se suelen formar grietas y cortaduras en los taludes, por donde filtrándose las aguas de lluvia arrastran las tierras y producen socavaciones y asientos.

Para impedir que lleguen á tener gran importancia estos deterioros, deben vigilarse con el mayor cuidado los terraplenes, sobre todo los de reciente construccion, reparando las degradaciones que se noten, por pequeñas que sean, y procurando que no se embalsen las aguas en la superficie del camino.

Cuando haya alguna corriente de agua al pié de los terraplenes, puede ésta socavarlos ó estropear los muros y aletas de los revestimientos, causando perjuicios á la estabilidad de la vía, y para prevenir ó remediar estos desperfectos habrá que desviar el curso de aquélla ó reforzar el pié de los terraplenes con estacas y faginas que contengan las tierras, y áun á veces será necesario construir muros y empedrados donde se noten las socavaciones.

Los revestimientos de faginas (figura 1.ª, lámina 23) se construyen por hiladas alternativamente trasversales y longitudinales al talud, las que se sujetan durante la construccion por carriles espaciados de 2 en 2 metros y colocados en sentido de la pendiente, los que se quitan despues que se han apretado bien todas las ligaduras que unen las faginas á los piquetes á que se atan.

En vez de faginas podrian emplearse zarzos para consolidar los piés de los taludes expuestos á socavaciones, pero éstos no dan buen resultado si no se ejecutan con gran esmero: en algunos casos podrian convenir tambien los sacos de tierra para rellenar con ellos los huecos dejados por las tierras arrastradas.

Con objeto de proteger los terraplenes próximos á las corrientes de agua contra las avenidas ó socavaciones que éstas pudieran producir, se recurre en América á formar una especie de escollera en su pié (figura 2) con piedra sola ó interponiendo entre ellas unos bastidores de madera colocados horizontalmente y superpuestos unos á otros, pero en talud. Á veces estos bastidores se sustituyen por troncos de árboles colocados alternativamente en dos direcciones perpendiculares.

Cuando por las causas dichas anteriormente ó por la mala construccion del terraplen se producen asientos, es menester ir rellenándolos á medida que se noten, y si esto no bastase para corregir las depresiones de la vía, deberá ensancharse la base de las tierras para repartir el peso sobre mayor superficie ó consolidar el pié del terraplen con estacadas.

En todos los taludes conviene proteger y ayudar la vegetacion, miéntras no estorbe el paso de los trenes, pues con ella se evitan desprendimientos.

Entretenimiento de las trincheras. En los desmontes las tierras y piedras que se desprenden de los taludes no sólo obstruyen las cunetas, sino que pueden interrumpir la circulacion por la vía, y aunque á veces no pueden evitarse por completo los desprendimientos, sin embargo, casi siempre será posible aminorar sus efectos dando las inclinaciones convenientes á los escarpes, segun la naturaleza del terreno. Esta inclinacion es en general la correspondiente á 1 ½ de base por uno de altura, á excepcion de los puntos en

que por ser el terreno suficientemente compacto pueda reducirse á $^1/_3$ de base por 1 de altura y en los de roca en que basta tenga $^1/_{10}$ de base por 1 de altura.

En general, para conservar en buen estado las trincheras que presentan filtraciones, lo que se necesita es recoger y dar fácil salida á las aguas que salgan á la superficie, por medio de cunetas establecidas al pié de los taludes ó en su centro, ó hacer algunas plantaciones en éstos.

En los terrenos arcillosos puede emplearse, para evitar los desprendimientos, un revestimiento de ladrillos colocados sobre los taludes ó poner sobre éstos una capa de tierras ligeras: en los arenosos ó en aquellos en que por las influencias atmosféricas ó trepidacion producida por el paso de los trenes se tema la caida de las tierras, pueden consolidarse los taludes, en el caso de que se disponga de piedra, empedrándoles por completo ó sosteniéndoles con muretes en forma de M (figura 3) ó en arco (figura 4), construidos con piedra seca, dándoles de $0^m,25$ á $0^m,35$ de espesor. Las partes del talud sostenidas por los muros, deben cubrirse con tierra y tepes.

Los piés de los escarpes, en el caso de ser el terreno muy húmedo, están expuestos á sufrir deterioros, y para resguardarlos, se les puede revestir de piedras, y algunas veces con muretes de mampostería construidos con mortero hidráulico. En todos estos revestimientos se dejan mechinales para el paso de las aguas.

Como en los terraplenes, debe tenerse en los desmontes gran vigilancia, inspeccionando la parte superior de los taludes para evitar algunos desprendimientos, que son fáciles de notar con anticipacion y que no pueden observarse desde la vía. Cuando se presentan grietas que vayan aumentando lentamente ó amenacen producir un desprendimiento peligroso por la gran altura de los desmontes, conviene derribar la parte que se va á desprender; lo que debe ejecutarse

con precaucion, empezando por la parte superior para evitar la caida de grandes masas de tierra.

Se previene ó contiene un desprendimiento apuntalando las partes de los taludes que se tema puedan caer. Para poner un puntal se hace en el suelo una pequeña zanja inclinada, como se vé en la figura 5, y en ella se coloca un calzo de $0^m,8$ á $0^m,10$ de grueso y se mide exactamente la longitud que hay desde él al punto del terreno que haya de sostenerse; se corta un madero de la longitud medida y se lleva sobre el calzo, donde, despues de colocado, se le recalza con la cuña *a*, que se aprieta fuertemente con un martillo. La cuña debe ser de madera muy dura y tener, por lo ménos, en anchura la dimension del grueso del puntal. Despues de apretada para que no se salga, se la sostiene sobre el calzo clavando dos ó tres puntas.

Se conoce que un puntal está bien puesto cuando se siente vibrar la madera al golpearle con un martillo.

Los revestimientos de tablas que algunas veces hay que colocar para sostener las tierras, pueden presentar diferentes formas. Una de ellas puede ser la indicada en la figura 6, y consiste en dos largueros dispuestos horizontalmente, sostenidos por tornapuntas ó puntales bien acuñados, y unas filas de tablones más ó ménos unidos, segun la clase de terreno que han de sujetar, apoyados contra los largueros. Se construyen estos revestimientos, empezando por la parte superior, y colocando primero los largueros apoyados en las tornapuntas; despues se van introduciendo á golpes las tablas, y si durante el trabajo se produce algun desprendimiento que haga que queden bolsas, se rellenan éstas con faginas, sacos de tierra, etc.

Los taludes de los desmontes y terraplenes deben arreglarse recortando los que presenten planos inclinados discontínuos ó informes, y para esto se marca en ellos, por medio de fajas, dispuestas en sentido de la pendiente del talud,

la inclinacion con que haya de dejárseles. Estas fajas se espacían de 10 en 10 metros, dándoles una anchura de $0^m,10$ á $0^m,20$, y para señalarlas se emplean escuadras que presenten uno de sus lados con la inclinacion que deban quedar las tierras.

Arreglo de las cunetas. Estas son una de las partes que tienen más importancia en el buen estado de las explanaciones, por lo que deben conservarse perfectamente abiertas, limpias y con los declives necesarios, desembrozándolas siempre que se cieguen, para que las aguas no se encharquen en ellas, sobre todo cuando las lluvias duran algunos dias. En algunos casos, y en los sitios en que la velocidad con que corran las aguas sea grande y se tema que produzcan socavaciones, convendria empedrar ó revestir de fábrica las cunetas.

Sus aristas, así como las de los terraplenes, no deben presentar garrotes en las alineaciones curvas, y en las partes rectas se procura que estén alineadas á cordel, para el mejor aspecto del camino.

A veces convendrá sustituir las cunetas por grandes zanjas rellenas de piedras angulosas, que dejen huecos ó intersticios por donde puedan correr las aguas interiormente, para evitar que las tierras que se desprenden de los taludes cieguen el paso, como podria suceder con las cunetas descubiertas.

Entretenimiento de la explanacion. En la caja de la vía el entretenimiento se reduce, como en los terraplenes y trincheras, á mantenerla seca y con su perfil, pues de lo contrario el balasto no tarda en penetrar en la explanacion y mezclarse con la tierra, formando bajo las traviesas una capa de barro ó terreno flojo y pantanoso, que hace imposible se conserve la vía en buen estado, siendo fácil que se produzcan descarrilamientos, sobre todo en invierno por las heladas.

Para remediar esto basta las más veces mantener la superficie del camino fuertemente apisonada y con su pendiente ordinaria, y otras es preciso ejecutar obras de desecacion, las que pueden consistir en establecer pequeñas cunetas á lo largo de la vía y en los extremos de las traviesas, dividiéndolas en tramos en pendiente y contrapendiente, de 3 á 4 metros de longitud, y de 0m,15 de profundidad en la parte superior, y de 0m,20 en la más baja. Las aguas recogidas por estas cunetas se llevan por otras trasversales á verter en las ordinarias del camino, y todas ellas deben estar rellenas de grava hasta la altura de 0m,12 á 0m,15, y recubiertas con cuidado por el balasto de la vía.

Para arreglar las banquetas se marcan señales en ellas que sirven de guías, colocándolas á una distancia unas de otras próximamente igual á la longitud de los carriles.

Las guías se señalan por medio de una regla dispuesta horizontalmente sobre cada carril y hácia el lado de la banqueta, y desde ella á la arista de la cuneta ó talud, se miden 0m,53 y 0m,51 desde la misma regla al pié del balasto. Si la explanacion resulta más baja que éstas distancias, se echa encima de ella una palada de tierra, con la que se forma una faja de 0m,10 á 0m,20 de ancho, y de la altura indicada: si la banqueta estuviese más alta de lo conveniente, con un pico se hace en ella una pequeña zanja hasta la profundidad marcada con la regla; se repite esta operacion frente á cada junta de los carriles, y se iguala el espacio que queda entre cada dos fajas con la inclinacion que éstas marcan.

Por último, la superficie toda del camino debe conservarse siempre limpia, quitando las piedras que de los taludes de las trincheras pueden caer en ella, y arrancando las yerbas que se crian en las cunetas ó entre el balasto, porque son una de las causas de humedad.

INSTRUCCION

I

[illegible] DE CIRCULACION.

[illegible] de conservacion [illegible] elementos: [illegible] desgastan [illegible] conservar [illegible]

[illegible]

[illegible]

Arreglo del balasto. [illegible] del modo [illegible] el raleado de [illegible] en la superficie para [illegible] balasto menudo, y en [illegible] por la arena y las [illegible] con el pico [illegible] balasto sea siempre absorbente [illegible]

[illegible] de que ésta se forme tiene gran influencia en [illegible] de conservacion de la via por las dificultades que [illegible] la extraccion del balasto estropeado, como

la colocacion del nuevo y el recrecido en los sitios en que esté escaso por el paso de los trenes, por el arrastre de las aguas ó por mezclarse con las tierras. Su superficie debe mantenerse á la altura ordinaria de $0^m,08$ por bajo del nivel de los carriles, en el interior de la vía, y al exterior no debe pasar de la cabeza de éstos: sin embargo, si es preciso, puede reducirse algo este espesor y áun quitar de los costados de la vía la cantidad de balasto que sea necesaria para cubrir algunas traviesas, las que siempre conviene que estén enterradas porque así se conservan mejor.

Desperfectos de las traviesas. El mantener constantemente las traviesas de la vía en buen estado, exige mucha vigilancia porque al cabo de algun tiempo, más ó ménos largo, segun las circunstancias y condiciones en que se cons, truyó el camino, empiezan á estropearse y hay necesidad de renovarlas.

Los defectos de las traviesas, ó los de su mala colocacion se conocen por la conmocion que experimentan al paso de los trenes, y cuando esto sucede se observa además cierta disgregacion en el balasto que las rodea, que obliga á batear con frecuencia la vía. De todos los defectos que pueden presentar los que tienen más importancia en la conservacion del camino son la curvatura, el aplastamiento, las hendiduras y roturas trasversales y la putrefaccion. La curvatura que tomen las traviesas puede ser tal, que haga variar el ancho de la vía, y obligue á desclavarla y sentarla de nuevo; el aplastamiento, la compresion ó hendiduras que tengan son más graves en las de junta de los carriles que en las intermedias, y tanto en este caso como cuando la putrefaccion llegue á reducir el espesor de la madera á ménos de $0^m,10$ deben reemplazarse las traviesas estropeadas por otras nuevas.

Para esto, si se trata de una vía construida con carriles Vignole, se sacan las traviesas viejas despues de descubiertas y arrancadas ó rotas sus escarpias, cuidando de marcar

exactamente su posicion por medio de una señal hech
tiza sobre el carril, para que en este mismo sitio se p
las nuevas traviesas, las que deben tener abiertas y ag
das sus cajas; como siempre, al clavar los carriles
ellas, se procura mantener la separacion de vía por
de la aguja de comprobar.

Además de la señal hecha en los carriles, cuando s
rias las traviesas que se cambian, conviene medir la
cia de cada una al extremo de aquellos más próxim
cada lado de la vía, con objeto de que no resulten
das oblícuamente. Cuando las traviesas estropeadas s
den aprovechar, se abren en ellas nuevas cajas para l
riles ó cojinetes; pero no deben desplazarse éstas n
0m,10 á 0m,20 de su posicion anterior, porque es nec
conservar á la madera un saliente de 0m,35 á 0m,40, á
nos, sobre la fila de los carriles, y áun con esto no se
dria un buen asiento si se colocasen varias traviesas
das en esta disposicion.

En las vías en que se emplean carriles de doble
aprovechan, si es posible, los cojinetes de las traviesas
para las nuevas, clavándolos en éstas segun se ha ind

En las alineaciones rectas, si ocurre el caso de qu
na traviesa de las intermedias se haya estropeado,
reemplazarse interinamente por calzos ó pedazos de m
bien acuñados con el balasto.

Las traviesas, áun estando en buen estado, pre
otra causa de perturbacion en la vía, por los dos mov
tos que pueden tomar y que tienden á sacarlas de su s
uno es en direccion del eje del camino, y que como

ra remediar estas faltas en las curvas, se suelen poner codales ó piquetes que impiden el resbalamiento, pero esto no se debe hacer sino con carácter provisional, pues indicando un asiento defectuoso conviene más volver la vía á su posicion normal.

En las juntas, á causa del juego que toman las cabezas de los carriles, se suelen formar rebajos que obligan á batear ó acuñar más fuertemente la vía, pues si nó se producen baches que causarian trepidaciones al paso de los trenes.

Defectos de las escarpias, tirafondos, etc. Todos estos medios de union debe procurarse que estén constantemente en contacto con las piezas que han de asegurar, para que mantengan los cojinetes y carriles sin movimiento alguno y la vía se conserve en buen estado.

Las escarpias que se aflojen hay que apretarlas de nuevo, para que no se salgan, y al volverlas á clavar se pone la plantilla de vía entre los carriles, para que queden éstos en su verdadera posicion. Si al clavarlas de nuevo no agarran bien, hay que variarlas de sitio, y los agujeros que queden en la traviesa se rellenan con clavijas de encina; á veces tambien se aprovecha el agujero anterior, poniendo dentro de él una pequeña cuña, pero esto no es conveniente.

Cuando se rompen, tanto los tirafondos como las escarpias, se reemplazan enseguida por otras que se clavan en distinto agujero del que éstas ocupaban; para arrancar la parte que de los primeros quedase en las traviesas, se emplean las llaves ó la barra de pata de cabra, y si éstas no agarran, se le hace salir con un botador.

Defectos de las cuñas. Estas, en los meses de verano, se resecan mucho, y si llegan á aflojarse, es menester cambiarlas por otras más gruesas, no debiendo permitir que se empleen, para corregir su falta, los pedazos de madera que á veces ponen los obreros para apretarlas.

Sustitucion de los cojinetes. Con el uso, éstos penetran

demasiado en las traviesas, y cuando lo verifican desigualmente, hay que variar su colocacion corriéndolos sobre éllas hácia uno ú otro extremo hasta encontrar mejor asiento; la manera de clavarlos es quitando la traviesa, como se ha indicado al tratar de los defectos de ellas, y pasando los pernos, como se dijo en el capítulo anterior.

Los cojinetes sólo suelen romperse cuando se golpea sobre ellos ó en los descarrilamientos, y en este caso se reemplazan por otros nuevos.

Reemplazo de las bridas. Estas sufren pocos deterioros, si bien á veces se encuentran algunas dobladas, que es preciso cambiar, y como casi siempre será difícil hacer girar los pernos que las sujetan, porque la oxidacion habrá estropeado el tornillo, será necesario cortarlos para quitarlas. Antes de recurrir á este medio podrian untarse de aceite con alguna anticipacion, los pernos que se hubieran de sacar para ver si se facilitaba el movimiento de las tuercas.

Los tornillos ó pernos de las bridas se rompen, cuando se golpea en sus cabezas, para obligarles á entrar en los agujeros si los de las bridas y carriles no se corresponden exactamente: cuando por esta ú otra causa la tuerca que se ponga debe apretar sobre un filete roto, se colocan chavetas ú ovalillos para variarla de sitio y que sujete mejor; á veces tambien se ponen con el mismo objeto dos tuercas.

Desperfectos de los carriles. El entretenimiento de los carriles consiste en remediar las faltas que les resulten por el uso, pues segun sea su resistencia y calidad y la frecuencia con que sobre ellos pasan los trenes, así sufren modificaciones más ó ménos importantes en su posicion, en su perfil y hasta en su textura.

Generalmente, los carriles resbalan ó se corren en el sentido de la pendiente del camino, y en los tramos horizontales en la direccion en que marchan más número de trenes: si su desplazamiento es grande, en los carriles de do-

ble *T*, vale más sacarlos de los cojinetes y sentarlos de nuevo en la posicion conveniente, que mover las traviesas que ya tienen hecho su asiento: si los carriles fuesen Vignole, no podria hacerse esto, siendo preciso volver á sentar las traviesas si el movimiento de los carriles era muy pronunciado.

En tiempo seco, y cuando hay bastante circulacion por la vía, se suelen observar en las cabezas de los carriles una ó dos líneas más brillantes que el resto de la superficie, las que aparecen uniformes y paralelas, si los carriles están bien nivelados, porque son las que señalan las rodaduras de las llantas de las ruedas; sin embargo, á veces no presentan toda la regularidad debida, y esto indica una falta en el asiento que hay que rectificar.

Si con el tiempo las líneas brillantes se van ensanchando, es señal de que se aplasta la cabeza del carril y no tardan en presentarse esfoliaciones, rebarbas, etc., que cuando son pequeñas, se cortan con el cortafrio ó la tajadera, pero si el carril está muy deteriorado, hay necesidad de volverle para que pueda servir.

En el sistema Vignole esta operacion es difícil por la necesidad de arrancar las escarpias, y ántes de ejecutarla se examina el estado de la vía con objeto de ver que escarpias es preferible arrancar, si las de dentro ó las de fuera de cada carril, ó si han de serlo todas. Cuando la vía ha tomado más anchura de la normal, lo probable será que las escarpias de afuera sean las que se hayan aflojado, y éstas serán las que más convenga arrancar; puede suceder, sin embargo, que la vía conserve su anchura, y las escarpias de dentro estén algo desclavadas, y en este caso son éstas las que se quitan. Si todas están flojas y al mismo tiempo hay que cambiar algunas traviesas, no hay dificultad en arrancarlas todas; si al contrario éstas están fuertemente clavadas, entónces se quitan solo de un lado, evitando siempre hacer agujeros inútiles.

Sacadas las escarpias, se destornillan los pernos de las

bridas y despues se quita el carril. Hecho esto se limpia el sitio que en la traviesa ocupaba, y se vuelve á colocar el mismo, si aún puede utilizarse, ó se pone otro carril nuevo sujetándole con las bridas antes de clavarlo.

El carril de doble T, cuando tiene una de sus cabezas gastada por un lado puede volverse, colocándole por el otro dentro de los cojinetes, y si una de las cabezas está estropeada, en sus dos lados, se le cambia de posicion volviéndole de arriba á bajo, y por consiguiente puede servir por las cuatro caras, si no tiene aplastada la parte de la cabeza que apoyaba en el cojinete. La sustitucion de un carril no debe presentar dificultad alguna, pues basta para ello sacar las cuñas despues de haber quitado el balasto y una vez colocado en su puesto pasarlas de nuevo y batear la vía.

Los carriles se rompen algunas veces sin presentar señales exteriores de deterioro, á causa generalmente de choques producidos por el desarreglo de alguna pieza del material móvil: por si ocurre esto, deben tenerse preparados en las estaciones algunos carriles de puesto para reemplazar en seguida los que se rompan.

Modificaciones en el asiento de la vía.—Nivelacion. Cuando el camino lleva algun tiempo en explotacion, sus primitivos perfiles varían por diferentes causas y hay que proceder á levantar y nivelar la vía, si ha sufrido un hundimiento ó depresion, ó corregir las variaciones que en sentido horizontal haya experimentado.

Del mismo modo que puede reconocerse á simple vista si las alineaciones presentan ángulos, se ve inclinándose sobre los carriles si la vía ha variado de nivel en algun punto. Generalmente éstas depresiones se suelen presentar con más frecuencia en las proximidades de las obras de arte, despues de las grandes lluvias, por la diferencia que hay entre el asiento que ellas hacen y el de los terraplenes.

Las operaciones que para rectificar la nivelacion de la vía

se necesitan hacer, exigen grandes precauciones para no aflojar las escarpias y cojinetes ni variar la alineacion de los carriles y á veces tambien porque habrá que cuidar que no se interrumpa la marcha de los trenes.

Los asientos que tienen poca longitud son los que hay más necesidad de corregir, pues cuando éstos son de mucha extension y regulares, sin que deformen la vía y sin que le hagan tomar mayores pendientes que las admitidas en élla, no hay necesidad de arreglarlos porque no perturban la marcha de los trenes, y por el contrario, al quererlos corregir pueden ocasionarse mayores desperfectos.

En los casos en que haya necesidad de nivelar de nuevo la vía, se procurará no ejecutar los trabajos en tiempos demasiado secos, porque en éstos el balasto no se acuña bien.

Cuando la depresion de los carriles sea grande y haya que levantarlos mucho para volverlos á colocar á su nivel ordinario, hay que fijarse bien en que al elevarlos no se pase del límite marcado; en los túneles ó bajo los puentes no se debe levantar la vía sin asegurarse ántes de que no se va á reducir demasiado la altura que debe quedar libre entre la bóveda y los carriles, y en todos los casos y de cada vez sólo se deben subir éstos en $0^m,04$ á lo más.

Para ejecutar esta operacion se emplean las barras y espeques, como se dijo en la construccion de la vía, pero si la elevacion de los carriles ha de ser más de la indicada, quizá convendría más desclavar la vía y sentarla de nuevo.

La union entre la parte de vía levantada y la que quede fija, se hace por tramos inclinados de cuatro ó cinco carriles de longitud, en los que se va ganando la altura necesaria, y se dejan bien acuñados con el balasto.

En las curvas hay que cuidar, además, de que se conserve la diferencia de nivel con que se hayan colocado las dos filas de carriles.

Rectificacion de las alineaciones. En los tramos en lí-

nea recta la alineacion se deforma por varias causas, entre las que se cuentan el paso de los trenes, en las partes en que la vía no esté bien nivelada, los asientos de los terraplenes y, sobre todo, los trabajos de entretenimiento y nivelacion; estos últimos son los que principalmente contribuyen á desplazar y desarreglar los carriles.

La alineacion de la vía en las partes rectas se rectifica como se dice en la página 79: en las partes en curva su regularidad se comprueba despues de hechos los trabajos de entretenimiento, determinando vários puntos de su direccion por medio de las operaciones que se emplean para su trazado.

Variaciones en la anchura de la vía. Las separaciones marcadas para la vía, la entrevía y las distancias de los carriles á los muros de los taludes, obras de arte, etc., se procurará que sean siempre las mismas que se dejaron al sentar los carriles, de modo que cuando se vea que la vía presenta algunos milímetros de aumento ó disminucion en su anchura, ó que las otras distancias varían en algunos centímetros, se procurará volver los carriles á su posicion normal.

La regla que se sigue para la vía, es que no debe tolerarse nunca un aumento en la separacion de sus carriles, de más de $0^m,005$. En las alineaciones rectas, la vía se mantiene mucho tiempo sin variar sensiblemente de anchura, pero en las curvas, sobre todo cuando el rádio es pequeño y más aún en el sistema Vignole, pronto aumenta la separacion de los carriles: cuando las curvas son de corto rádio y los trenes marchan con velocidades pequeñas, casi siempre es el carril del rádio menor el que primero cede. En este caso, éste es el que debe vigilarse más y el que más comunmente habrá necesidad de volver á su posicion primitiva.

Cuando con los carriles de doble T, se nota el aumento de anchura en la vía, se observa además que los cojinetes no están á plomo sobre las traviesas, y que se han incrustado en ella, algunas veçes hasta una profundidad de varios

centímetros, lo que obliga á tener que abrir nuevas cajas para colocarlos bien. Los tirafondos, cuando el cojinete ha sufrido esta modificacion no siguen el movimiento, por lo que habrá que clavarlos de nuevo, si se conserva aquél en la posicion que tenga.

El aumento de anchura en la vía puede provenir tambien del juego ó aumento de los agujeros de los pernos, y de que el fondo de la caja del cojinete esté gastado por el frotamiento del carril; en este último caso el carril pierde su inclinacion ordinaria.

El desgaste mayor del cojinete se encuentra ordinariamente al lado exterior de la vía, y tanto los que tienen gastada la caja que recibe los carriles, como aquéllos cuyos agujeros se han agrandado, deben desecharse y reemplazarlos por otros.

Para conocer cual de los carriles en las curvas es el que ha variado de posicion y poder rectificar ésta, se pueden emplear las tablas que para el trazado se incluyen en el apéndice.

Si se conoce el rádio de la curva (figura 7) se vé en la tabla correspondiente del apéndice la longitud del semiarco que corresponde á este rádio y tomando un punto *D* de junta de dos carriles y contando á partir de *C* sobre la normal á *D*, á uno y otro lado, la longitud del semiarco, se tendrán los dos puntos *A* y *B*. Si la línea *A B* pasa por *D*, la curva de menor rádio tiene su punto *D* bien marcado: si la línea *A B* pasa entre las dos filas, la curva ha aumentado de rádio, se ha rebajado, y si *A B* corta la fila interior de carriles, la curva es demasiado rígida ó de menor rádio del debido. Con una série de tanteos análogos se determinarán diferentes puntos que servirán para conocer qué partes de las curvas es preciso variar de posicion.

Para las curvas cuyo rádio no está en las tablas y sí comprendido entre dos de los que haya en ellas, se tomará un semiarco comprendido entre los que correspondan á éstos.

Cuando el rádio de la curva que se quiere rectificar no se conoce, se puede determinar por medio de la misma tabla: para esto se coloca un jalon en el punto *D*, y á partir de *C* dos hombres, llevando cada uno otro piquete, caminan el mismo espacio, contando los carriles, hasta ponerse en puntos *A* y *B* que estén en línea recta con *D*; entónces se mide la longitud *C B* ó *C A* y en la tabla se vé el rádio que corresponde á este semiarco, conviniendo que se repita esta operacion en varios puntos de la curva para estar seguros de que el rádio encontrado es el verdadero.

Inclinacion de los carriles. Generalmente en las curvas construidas con los carriles Vignole, los correspondientes á la fila de menor rádio, no sólo están empujados hácia afuera, sino que algunas veces aparecen caidos ó inclinados: para asegurarse de esto, basta levantar el balasto entre dos traviesas y pasar la regla por bajo las zapatas de los dos carriles: si éstos no estan inclinados, la regla tocará los ángulos de las zapatas en el interior de la vía y dejará un hueco de $0^m,05$ bajo la arista exterior: si se vé que la regla se apoya en toda la anchura de la zapata del carril del rádio menor, es decir, que no deja paso á la luz por el lado exterior, entónces el carril estará caido, y en general, para darle la inclinacion de $\frac{1}{20}$, habrá que abrir nuevas cajas en las traviesas.

En la vía de doble T, si se quiere examinar la posicion de los carriles en este sentido, es menester medir la separacion que haya entre sus cabezas superiores, y entre las inferiores, debiendo encontrar en las de abajo una distancia mayor en $0^m,011$ que en las de arriba para que los carriles estén bien.

Observaciones generales. Debe procurarse en todas estas rectificaciones, que la distancia que quede desde los carriles á las diversas obras de arte, como puentes, túneles y de-

más construcciones de las vías, y á las aristas de los terraplenes y cunetas, despues de la rectificacion, sea la conveniente y esté arreglada á las necesidades del servicio para no causar perturbaciones y averías en la explotacion: con este objeto, deberá comprobarse esta distancia siempre que se rectifique la posicion de la vía, moviéndola en un sentido ó en otro, para asegurarse de que la variacion introducida no puede ser causa de accidente durante el movimiento de los trenes.

Los trabajos de entrenimiento en las vías férreas durante el invierno, deben hacerse con más cuidado que en las estaciones intermedias, y en este tiempo se debe aumentar la vigilancia en la vía para evitar en lo posible los efectos de las variaciones atmosféricas.

Con las nieblas y escarchas patinan las ruedas de las locomotoras sobre los carriles: el mismo efecto producen las tormentas pues ponen estos grasientos y resbaladizos, y para dar á las ruedas la adherencia necesaria suelen llevar las máquinas un depósito de arena menuda que van esparciendo sobre la vía, pero como esto no basta, necesitan los vigilantes encargados del entretenimiento, verter más arena sobre los carriles, para lo que emplean un depósito provisto de un tubo largo, cuya boca van pasando sobre las cabezas de los de las dos filas.

En tiempos de nieves y en los sitios en que se tema que se amontone ésta se debe procurar quitarla ántes de que pueda ocasionar detenciones en los trenes; cuando la capa de nieve tiene un espesor de $0^m,20$ aún pueden circular estos por la vía, pero si la nevada es muy densa vá formando en el suelo una capa de gran altura, y los arados que llevan las locomotoras no bastan para abrirle paso y hay que limpiar el camino.

Con este objeto, al empezar una nevada fuerte, se debe organizar un servicio especial para mantener la vía espedi-

ta, empleando arados y palas para abrir pasos sobre los carriles los que se construyen abriendo primero una trinchera en la nieve, sobre cada carril, hasta descubrirlos completamente para que pueda pasar el primer tren, el que debe llevar la locomotora dispuesta para limpiar el camino: despues que éste pase se sigue ensanchando la cuneta abierta y quitando la nieve que haya entre la vía; cuando ésta esté limpia se arreglan las otras partes de la explanacion, procurando hacer de trecho en trecho burladeros donde puedan guarecerse los trabajadores á la aproximacion de los trenes.

Cuando se teman heladas persistentes hay que tener cuidado de que las aguas que pueda haber en los costados de los carriles desaparezcan, pues si llegáran á helarse, pueden producir descarrilamientos.

Las hojas secas, en el otoño, se suelen amontonar sobre la vía y cubrir los carriles, sobre todo en las trincheras profundas, y con ésto se disminuiria y áun se anularia la adherencia de las ruedas, no bastando los frenos para contener los trenes, por lo que cuando esto ocurra los guardas deben limpiar y barrer los carriles hasta dejarlos descubiertos.

Conviene no ejecutar trabajos de entretenimiento en las vías durante las heladas, y lo mejor es hacer las obras de reparacion en el otoño, con objeto de que en el invierno estén correjidos todos los defectos que pueda tener el camino.

Las brigadas de obreros encargadas de estos trabajos se componen generalmente de un capataz y cuatro operarios, los cuales tienen á su cargo una extension de vía de 3 á 4 kilómetros, que cómodamente pueden atender y vigilar, y en la que corrijen los pequeños desperfectos que en ella notan.

Los útiles y herramientas que debe tener cada una de estas cuadrillas, son los siguientes: 1 plantilla de cájear traviesas; 2 agujas de comprobar; 3 barras grandes; 1 de pata de cabra; 1 espeque; 5 bates; 2 zapapicos; 1 azadon; 5 palas de hierro; 1 azuela de dos manos; 1 id. de una; 1 martillo

de mano; 1 id. de acuñar; 1 id. macho; 1 serrucho; 4 tajaderas; 1 cortafrio; 1 rastrillo; 1 almádena; 1 cepillo de carpintero; 1 escofina; 2 llaves de dos bocas; 2 barrenas; 5 piquetes con banderines, 2 encarnados y 3 verdes; 1 juego de niveletas; 1 nivel; 1 farol de señales; 1 escalafon de curvas; 1 cuerda de 20 metros; 1 carretilla y 1 cartera para las anotaciones. Además se les provee de una carabina, y de las cajas de petardos y trompas de avisos que se crea pueden necesitar, segun lo frecuentada de la vía y pasos que haya en ella, y cuando las brigadas tienen en su seccion placas giratorias se les dá además una llave inglesa. Algunas veces tienen tambien en su poder un cangrejo ó carreton, formado por un tablero puesto sobre cuatro ruedas de vagones, unidas á dos ejes, con el que pueden recorrer la vía y trasportar los objetos pesados.

III.

Renovacion de un tramo de vía.

Cuando la renovacion que haya de hacerse en las vías en vez de ser para reemplazar sólo alguno de los elementos, como se ha indicado anteriormente, ha de ser total, porque tanto las traviesas como los carriles de un tramo de alguna extension estén estropeados, ántes de levantar la vía vieja conviene nivelar de nuevo el terreno, colocando los piquetes que indiquen las rasantes, para guiarse por ellos al sentar la nueva vía.

Al hacer estas renovaciones se observará todo lo dicho al hablar de la construccion del camino y la organizacion de los trabajos que hayan de ejecutarse variará segun el tiempo y personal de que se disponga, y si hay ó no necesidad de que no se interrumpa el paso de los trenes miéntras se efectúe la colocacion de los carriles y traviesas: en el primero de estos

dos casos solo se puede renovar la vía por tramos de c
longitud, para que haya tiempo de sentar los nuevos carr
en el intérvalo del paso de dos trenes consecutivos, y e
segundo se puede trabajar en toda la extension que hay
renovarse.

Como las traviesas que se han de emplear tienen en
neral más espesor que las que se quiten, una de las pre
ciones que hay que tomar al levantar el balasto es profu
zar en el á $0^m,08$ ó $0^m,10$ más que el nivel inferior á que c
daban las traviesas viejas, pues quitando ménos balast
corre el riesgo de sentar la vía nueva demasiado alta,
jando menor altura de la necesaria bajo los túneles ó
sos superiores.

Como ejemplo del modo de organizar las cuadrillas
obreros que ejecuten estas operaciones, se copia á contin
cion la forma en que H. Salin distribuye los trabajos y
sonal en un caso dado.

El material lo supone aparcado como se indica en
construccion de las vías y que el personal que se emple
de 40 obreros y un jefe; la renovacion la organiza para
mos de 80 á 110 metros de longitud, ó sea la correspondie
á una extension de 15 á 20 carriles. El tiempo que consid
necesario para construir de nuevo cada uno de estos es
cios, es de dos y media á tres horas y el trabajo lo divide
cuatro períodos, el primero de preparacion; el segundo p
levantar la vía vieja; en el tercero se coloca la nueva, y e
cuarto se estiende y arregla el balasto.

La distribucion del personal es distinta, segun la vía
construida con carriles de doble T ó Vignole: para los
meros la renovacion se haria del modo siguiente:

Primer período. El trabajo preparatorio, ántes de co
la vía, consiste en separar las bridas y levantar el bal
que cubre las traviesas: para esto cuatro obreros de los c
renta, quitan los dos pernos del centro de cada brida y a

jan los otros dos, y si no pueden sacar sus tuercas rompen los tornillos de los pernos: estos mismos hombres apilan en pequeños grupos, correspondientes á cada carril, las cuñas, bridas, tirafondos, etc., que han de emplearse despues en la nueva vía. Para que este material no se pierda entre el balasto, lo arreglan con cuidado poniendo alineadas las cuñas y las bridas y encima de ellas los pernos.

Los 36 hombres restantes se ocupan en colocar, á los lados de la vía, las traviesas y carriles que deben emplearse, pero situándolos á la distancia conveniente de la caja del camino, para que no queden enterrados en el balasto que se levanta; al mismo tiempo cuentan, para ver si está completo, el material que necesitan en la vía y reparten los carriles cortos en las curvas, si las hay: despues estos 36 hombres, con bates y palas apilan el balasto á los lados del camino, de modo que no pueda estorbar el paso de los trenes.

El balasto se levanta en profundidad hasta algo más bajo que el nivel inferior de las traviesas, y por los lados, hasta $0^m,20$ de los extremos de éstas.

SEGUNDO PERÍODO.—LEVANTAR LA VÍA VIEJA. Desguarnecida la vía, como se ha dicho, y despues de colocar los piquetes de señales que han de protejer los trabajos, impidiendo el paso de los trenes, se levantan los carriles y traviesas del modo siguiente:

4 obreros *(A)*, quitan los dos últimos pernos de las bridas y las apilan con éstos al lado de las nuevas que se van á emplear.

Otros 4 *(B)*, sacan las cuñas.

1 ayudante *(C)*, va tras de éstos y con una barra vuelve de plano los carriles para que sea más fácil sacarlos de los cojinetes.

7 obreros *(D)*, levantan los carriles y los echan sobre la banqueta.

1 ayudante *(E)*, levanta las traviesas por uno de sus ex-

tremos y les pone una cuña para que se puedan cojer con más comodidad.

12 obreros *(F)*, divididos en secciones de á 4, se llevan las traviesas y las echan al lado de la vía, sin cargárselas á la espalda, para que puedan hacer el trabajo más aprisa.

1 ayudante *(G)*, recoje las cuñas viejas y las apila.

9 obreros *(H)*, con bates y palas, igualan y arreglan el balasto para colocar las traviesas nuevas, y

1 ayudante *(I)*, que es el que puede reemplazar al jefe, coloca, á continuacion una de otra, las reglas divididas que indican la posicion de las traviesas.

Tercer período.—Asiento de la vía nueva. A medida que va terminando cada seccion el trabajo descrito anteriormente, pasa á ejecutar el siguiente:

Los *(A)*, se reunen para trasportar las traviesas nuevas hasta dejarlas en la explanacion.

Los *(B)*, dos á dos, colocan éstas próximamente en la posicion marcada por las reglas.

El *(C)* reemplaza al *(I)* y dirige la colocacion de las reglas de asentador.

El *(I)*, con dos de los *(H)* alínea los cojinetes de las traviesas para que puedan entrar en ellos los carriles.

Los 7 *(D)*, despues de haber concluido de quitar los carriles viejos, ayudan á llevar las traviesas nuevas, hasta el momento en que los *(F)* terminan de quitar las traviesas antiguas, y enseguida aquellos trasportan y colocan en su sitio los nuevos carriles: de ellos seis llevan los carriles y el otro la escuadra y las calas ó cuñas de separacion.

El ayudante *(E)*, distribuye las bridas y dos pernos para cada junta.

Los 12 *(F)*, cuando concluyen de retirar las traviesas viejas trasportan las nuevas, y entónces los 4 *(A)*, dejan esta operacion y pasan á poner los dos pernos extremos de las bridas.

Dos de los *(B)*, toman 1 regla y marcan sobre el carril con

tiza la posicion exacta del centro de cada traviesa: despues, cada uno con una barra, colocan éstas en su posicion conveniente.

El ayudante (*G*), al concluir de recojer las cuñas viejas distribuye las nuevas.

Los otros dos (*B*), unidos á seis de los (*H*), pasan las cuñas en los cojinetes; de éllos, cuatro levantan por los extremos, con espeques, las traviesas, y los otros dos aprietan los carriles contra los cojinetes para que los (*B*) puedan introducir las cuñas.

El último (*H*), los 12 (*F*), y los 2 (*H*) que iban con el (*I*), se emplean en extender el balasto sobre la vía.

Los 7 (*D*), con dos espeques, levantan y nivelan la vía bajo la direccion del (*I*), bateando más bajo las traviesas más próximas de cada junta.

El (*E*), distribuye los otros pernos de las bridas que colocan los 4 (*A*).

Los dos primeros (*B*), son los que empiezan el bateado de las traviesas y tras de ellos pasan todos los otros obreros segun van terminando sus trabajos.

Los 5 (*D*), cada uno con una barra, rectifican la alineacion de la vía bajo la direccion del subjefe (*I*).

Terminado este trabajo pueden pasar los trenes sobre el tramo de vía construido, pero teniendo en cuenta lo dicho en la página 82.

CUARTO PERIODO.—GUARNECIDO Y ARREGLO DEL BALASTO. Antes de arreglar definitivamente el balasto, y despues que haya pasado algun tren, conviene reparar los defectos que se noten á causa de la diferencia que pueda haber en el bateado de las traviesas, y cuando se quieran terminar las operaciones de renovacion de la vía, se corrije con las niveletas la posicion de las dos filas de carriles, se acuñan bien las traviesas, se aprietan las cuñas en los cojinetes y se extiende el balasto, dándole el perfil que ha de conservar.

Para esto conviene distribuir los obreros dando á cada uno la extension de un carril y si faltasen algunos hombres del número fijado para hacer esta distribucion, se podria suprimir 1 de la seccion *H* ó 4 de la *F*: como se comprende lo que puede retardar ó acelerar los trabajos, es la calidad del balasto, y teniendo ésta en cuenta, se disminuye ó aumenta el personal de las secciones que le levantan, y el de las que trasportan las traviesas y carriles, haciendo que los de la seccion que primero termina su cometido, ayuden á la que esté más retrasada.

Si la vía estuviese construida con carriles Vignole la organizacion de los trabajos sería la siguiente:

Primer período.—Las operaciones en él serian las mismas que en el caso anterior, para los carriles de doble T.

Segundo período.—Desmontar la vía. La distribucion de los obreros y de los trabajos en este caso sería:

4 obreros (*A*), quitan las bridas como en la de doble T.

6 clavadores (*B*), con barras de pata de cabra, arrancan las escarpias.

1 ayudante (*C*), recoge éstas y las apila, y cuando concluye esta operacion coloca las reglas de asentador.

1 ayudante subjefe (*G*), vuelve de plano los carriles con un espeque.

7 obreros (*D*), echan éstos sobre la banqueta.

1 ayudante (*E*), levanta y acuña las traviesas.

Los 12 (*F*), las separan de la caja del camino, y

Los 8 (*H*), levantan y arreglan el balasto.

Tercer período.—Asiento de la vía nueva. Los obreros pasan enseguida á los trabajos siguientes:

Los 4 (*A*), unidos á los 6 (*B*), al (*G*), y 7 (*D*), trasportan las traviesas nuevas.

El (*C*), continúa situando las reglas de asentador.

El ayudante (*E*) y dos de los (*F*), alinean las traviesas, para que las cajas puedan recibir los carriles.

Los 10 (*F*) restantes y los 7 (*D*), cuando concluyen su trabajo, trasportan y colocan los carriles sobre las traviesas.

Dos (*H*), con una regla, marcan con tiza sobre los carriles la posicion de las traviesas, y colocan éstas en su situacion exacta.

Los 4 (*A*), terminado su primer trabajo, ponen las bridas, pasando los dos pernos extremos.

Los 6 (*B*), dejan de trasportar traviesas, y se destinan á abrir los agujeros de las escarpias y clavar éstas.

Los 6 (*H*) restantes sostienen las traviesas con espeques miéntras se clavan á los carriles: cuando se sostienen las traviesas por la punta basta un hombre para ello, necesitándose dos si es preciso sostenerlas por los lados.

Los 10 (*F*) y el (*C*), extienden el balasto.

Los 7 (*D*), el (*E*) y dos (*F*), cuando terminan su trabajo anterior, nivelan la vía bajo la direccion del (*G*).

Los 4 (*A*), vuelven al principio del tramo, y pasan los otros dos pernos de las bridas.

Los 6 (*B*), batean las traviesas, y á éstos se les van uniendo todos los otros, segun concluyen su trabajo.

5 de los (*D*), cuando la vía esté nivelada, la alinean con espeques bajo la direccion del (*G*).

Cuarto período.—Guarnecido y arreglo del balasto. Se hace de un modo análogo á lo dicho para los carriles de doble T, y antes de terminar el arreglo definitivo se revisan las escarpias apretando las que lo necesiten.

IV.

Reparaciones en los puntos especiales y obras de arte.

Conservacion de los pasos de nivel. En estos puntos se ha de cuidar de que los carriles y contracarriles no presenten rebarbas ni depresiones; que el hueco que existe

entre los dos de cada lado se vea constantemente limpio y que las cadenas, cerrojos y demás partes de las barreras estén corrientes, así como que el empedrado y firme del camino que cruza sobre la vía, se conserve en buen estado sin baches ni desperfectos.

Si algun contracarril se estropea se le puede reemplazar interinamente por un tablon puesto de canto, sostenido por los mismos cojinetes que tengan las traviesas, ó con escarpias, sino los hubiera.

Reparaciones en los cruzamientos. El entretenimiento de estas partes de las vías consiste en tener sus pernos apretados, conservar la separacion conveniente entre sus diversas piezas y reemplazar las que se vea que están estropeadas. Debe cuidarse además en ellas de que los carriles próximos á los corazones conserven su alineacion y que éstos presenten el desnivel debido; las patas de liebre deberán estar á la misma altura que los carriles y todas las piezas bien ajustadas sobre los bastidores ó cachas, cuya madera habrá que cuidar de que se conserve en buen estado.

La alineacion de las ramas de los corazones se comprueba con una cuerda, puesto que todas las piezas del cruzamiento deben estar, mientras sea posible, en línea recta en algunos metros á cada lado del corazon; y el nivel de éste, de los carriles y patas de liebre, se examina colocando una regla sobre los carriles de la vía y viendo si todas las piezas, excepto la punta de diamante, tocan en ella.

Los contracarriles se desgastan rápidamente, sobre todo los que están próximos á las curvas de menor rádio, cuando el cruzamiento se coloca en un tramo de vía curvo; en este caso las ruedas de los vagones frotan enérgicamente contra la cabeza del contracarril y la adelgazan; por consiguiente, el intervalo comprendido entre el carril y el contracarril se aumenta, y es preciso, para conservar en buen estado la vía reemplazar el contracarril.

Cuando los corazones ó una pieza cualquiera del cruzamiento comienza á hendirse, se le deben quitar las astillas que se le forman, y si su deformacion es grande reemplazarla por otra.

Las ranuras de los corazones y las que existen entre los carriles y contracarriles deben estar siempre limpias.

Los largueros de los bastidores pueden aprovecharse, como las traviesas, áun despues de usados, profundizando las cajas que presenten para dar mayor seguridad á las escarpias, ó abriendo otras nuevas, procurando siempre que los extremos de las maderas sobresalgan de los carriles algo más de 0m,35 á 0m,40.

Reparacion en los cambios de vía. Una gran parte de los descarrilamientos que se producen en las vías proviene de los desperfectos de estos aparatos ó de la mala direccion dada á las agujas.

Para conservar en buen estado los cambios de vía, hay que procurar que la superficie sobre que se colocan los bastidores que sostienen las agujas esté bien nivelada, y que sea lo bastante resistente para que aquellos no sufran deformacion alguna.

El balasto se arreglará de modo que no pase del nivel inferior de las traviesas, con objeto de que los cojinetes estén bien limpios y que no caiga sobre ellos la arena y grava por que pudiera entorpecer la maniobra de las agujas.

Las traviesas y largueros han de estar siempre lo más secos posible y bien bateados, sobre todo en los puntos en que sostienen los carriles, para impedir que por la curvatura que pudiera tomar alguna de aquellas, se deforme el bastidor, y por consiguiente varíe la posicion relativa de las diferentes partes del cambio.

Todas las ensambladuras y uniones han de estar bien sujetas para que las diversas piezas que hay en estos puntos no

tomen ningun juego, pues si éste se presentase y no se corrijiese enseguida, aumentaría rápidamente y sería causa de desperfectos; por la misma razon es menester tener apretados todos los tornillos de todas las piezas que estén unidas por ellos.

Los pernos de las bridas del talon de las agujas, en los carriles Vignole, no deben apretarse mucho, pues esto haría la union demasiado rígida, y obligaría á emplear bastante fuerza para maniobrar el aparato; conviene arreglarlos de manera que la aguja no sea demasiado dura de mover y que, sin embargo, aprieten lo bastante para mantener firmes las bridas: los de las demás se sujetarán bien para que no salgan demasiado sus cabezas y permitan á las agujas apoyarse en los carriles.

Estas agujas deben adaptarse contra el carril de costado, y como con frecuencia se suelen doblar habrá que enderezarlas, procurando dárles la forma primitiva que tuvieran.

La profundidad y anchura de las ranuras que quedan en los talones de las agujas debe comprobarse, arreglándolas y quitando los cuerpos extraños que pudieran haberse introducido en ellas.

Como la palanca de maniobra se coloca sobre un larguero que se encuentra al mismo nivel de las traviesas, sucede con frecuencia que el balasto está demasiado elevado, y por lo tanto, este aparato queda en una excavacion en que puede estancarse el agua: si ésto sucede es preciso buscarle salida y en algunas estaciones, con éste objeto, se levanta el soporte de fundicion de la palanca á la altura conveniente por medio de una pieza de madera colocada sobre el larguero: en este caso la varilla de trasmision debe estar acodada.

En la union de esta varilla con las agujas se cuidará de que el tornillo y la clavija que impide que se salga la tuerca estén en buen estado.

...nexion pueden romperse y cuando por ...ue soldarlas, debe procurarse que conserven ...terior para que al mover las agujas queden ...sicion debida.

...erentes partes de la palanca de maniobra y los ...e fundicion se deben engrasar con frecuencia: la ... de éstos y la del eje sobre que gira la palanca debe ... con cuidado.

...ervacion de las obras de arte.—OBRAS CONSTRUIDAS ... MADERA. En éstas se han de tener constantemente ...tados los pernos y tuercas de union, y se ha de dar á las ...ñas, llaves y tirantes de hierro la tension conveniente.

Los encargados de la vigilancia examinarán por medio de sondeos el estado interior de las maderas, pues éstas pueden presentar al exterior buen aspecto y en su interior tener averías tales que hagan que no puedan soportar los esfuerzos que al colocarlas se creyó resistirían.

En las uniones se procurará que las caras de junta estén perfectamente en contacto y que el juego de las piezas sea el menor posible. Entre estas caras se suelen colocar placas de zinc para que se opongan á la penetracion de las fibras de la madera, aumentándose de este modo considerablemente el tiempo de duracion de la obra.

Cuando las maderas, en su conjunto, están en buen estado, se conservan mejor pintándolas para protejerlas contra las acciones atmosféricas: estas precauciones se toman principalmente en los extremos de las piezas expuestas á las influencias exteriores, y á fin de impedir que la humedad penetre en ellas se las suele cubrir con planchas de madera, de zinc, ó con varias capas espesas de alquitran.

En los puentes de madera cubiertos de balasto se procura dar á las aguas de la plataforma una salida fácil, rápida y constante; si en ellos no hubiere balasto, como están expuestos á ser incendiados por las chispas que dejan las loco-

motoras al paso de los trenes, se les debe vigilar con cuidado.

Durante las grandes crecidas de las aguas se debe establecer una vigilancia constante cerca de los puentes, para remediar los accidentes que puedan ocurrir, y desembarazar las cepas de los témpanos, maderos y otros objetos que pudieran ser arrastrados por las corrientes y aglomerarse contra aquellas estorbando el paso de las aguas y pudiendo producir averías de consideracion.

En estos puentes hay que cuidar además de que las cerchas, que forman cada viga, estén siempre en su plano de colocacion primitivo.

OBRAS DE SILLERÍA Y MAMPOSTERÍA. En las obras construidas con piedra y ladrillo se ha de procurar que se conserven las formas primitivas de su construccion, retundiendo las juntas y haciendo las reparaciones necesarias en las aristas, coronaciones, bóvedas, aletas, etc., que hayan sufrido algun deterioro; se deben arreglar tambien los abolsados que se presenten en los muros, estribos, pilas y escolleras y las socavaciones de los cimientos y desplomes de cualquier género que pueda haber. Cuando las cimentaciones sean las que hayan sufrido algun asiento, hay que rehacerlas por trozos, aunque sea de metro en metro, con buenos materiales.

Como en toda la vía, en estos puentes se ha de procurar siempre la salida suficiente á las aguas para evitar que se produzcan socavaciones ó asientos. Despues de las grandes lluvias deben recorrerse en todos sus detalles las partes que estén en contacto con las aguas, particularmente los mechinales, y las escolleras y zampeados que lo permitan. En los túneles se ha de tener la mayor vigilancia, especialmente en los puntos en que hay filtraciones por ser éstas un principio de destruccion, así como en los que se presenten abolsados se han de corregir éstos ántes de que se produzca un hundimiento.

En general, el suelo de los túneles se deja muy mal arre-

glado al construir la vía, por lo que se hacen en él depósitos de agua y barro que helándose en invierno pueden producir alteraciones en la posicion de las traviesas y carriles, las que pueden evitarse construyendo cunetas á lo largo de los extremos de las traviesas, y cuidando de que no se formen baches.

En cuanto á los muros, bien sean de sosten ó de revestimiento, los cuidados que necesitan es inspeccionar si presentan grietas ó están próximos á desmoronarse para proceder á su arreglo ántes de que se produzca una deformacion importante.

En los estanques y depósitos de agua ha de cuidarse que no presenten grietas, ni desplomes, ni bolsas, procurando en todo lo que se refiere á las obras de fábrica, correjir sus menores desperfectos, pues el más pequeño descuido en ellas pudiera producir fatales consecuencias en la explotacion de la vía.

Obras de hierro. En ellas se necesita tambien mucha vigilancia y especialmente en tiempo de heladas, se han de inspeccionar con detencion los ensambles, atirantados y roblones de las vigas principales y trasversales; si éstos tienen las cabezas resentidas ó si las secciones de los agujeros de las diferentes piezas ensambladas no son concéntricas, deben quitarse colocando otros calentados al rojo blanco.

En los grandes puentes se ha de procurar, además, que quede siempre el espacio libre en los extremos para la contraccion y dilatacion de las vigas, cuidando del buen estado de las placas y rodillos de friccion, así como de que la pintura no falte, para prevenir las oxidaciones.

Tanto la inspeccion de los puentes metálicos, como la de los de madera, se ha de hacer con ayuda de un carpintero ó herrero, provisto de un martillo para golpear lijeramente las piezas, y cuando el sonido que produzcan no sea claro, se ha de buscar la causa.

V.

Entretenimiento de las placas giratorias.—Señales, etc.

Conservacion de las placas giratorias. El buen estado de estos aparatos tiene importancia, pues ejecutándose en ellos las maniobras á brazo, se harian muy penosas si el giro no se verificase con facilidad. Las reparaciones que exigen tienen por objeto mantenerlos perfectamente de nivel, conservando sus carriles á la misma altura que los de la vía en que están situados, y hacer que el movimiento sea fácil: el nivel de los carriles debe ser el mismo, no sólo sobre la placa, sino en los bordes y en algunos metros de longitud de las vías que comunican con ellas.

Conviene limpiar y engrasar las diferentes partes de que se componen las placas con frecuencia. Comunmente esto se hace todas las semanas, frotando el círculo de giro con trapos grasientos, y untando de aceite los ejes de los rodillos y el perno, al mismo tiempo se quita la arena y polvo que caiga al interior, sobre todo la que haya entre el foso y el carril. En los dias en que nieve deben barrerse y limpiarse las placas varias veces al dia.

Cuando se note por la dificultad que para su movimiento presente una placa, que ha sufrido algun asiento, hay que levantarla y volverla á acuñar como se indica al hablar de su colocacion, pero esto debe evitarse todo lo posible y hacerse con gran cuidado y precauciones.

Entretenimiento de las señales. En general, cuando presentan alguna parte estropeada, se sustituyen por otras nuevas sin procurar su reparacion.

En ellas se deben tener perfectamente engrasados todos los tornillos y el eje de giro del disco, la articulacion de la palanca y sus ejes.

Las correderas del farol se limpian con un trapo impregnado de grasa para facilitar su movimiento, y el reflector con una gamuza para que esté siempre brillante, procurando que no haya ninguna gota de aceite ni en él ni en el cristal, pues éstas producen manchas difíciles de quitar despues. Los faroles se deben limpiar todos los dias y los cristales cada ocho.

Para impedir que el aceite se hiele en el invierno, se pone en su depósito una lamparilla; tambien se suele rodear con paja el zócalo de la columna para que la nieve que pueda caer en él ó el agua congelada no estorbe el movimiento.

Los alambres y poleas de la trasmision se limpian cada semana y se procura que aquellos no estén demasiado tirantes, enderezándolos en los puntos en que se hubiesen doblado.

Conservacion de los fosos de las vias. El entretenimiento de éstos es semejante á el de una obra de fábrica cualquiera: consiste en inspeccionar si los revestimientos presentan grietas, si los largueros de madera que sostienen los carriles se mueven ó se desnivelan por el paso de las máquinas, si los desagües están corrientes y limpios, y si el pavimento se desmorona á fin de acudir á tiempo á cuantas reparaciones sean necesarias.

Los demás elementos de las estaciones, los muelles y cocheras, así como los caminos y avenidas que conduzcan á aquéllas, se deben conservar en perfecto estado de limpieza, y los materiales y efectos pertenecientes al servicio, se tendrán clasificados con cierto órden en las explanaciones y puntos próximos á las casillas de los guardas de las estaciones, cuando no puedan estar encerrados en almacenes.

FIN DE LA PRIMERA PARTE.

SEGUNDA PARTE.

OPERACIONES DE GUERRA.

CAPITULO PRIMERO.

OBSTÁCULOS QUE PUEDEN OPONERSE Á LA EXPLOTACION DE LAS VÍAS.

I.—Consideraciones preliminares.—II.—Ligeras interrupciones.—Descarrilamientos.—III.—Destruccion de la plataforma de circulacion.—IV.—Destruccion de las trincheras, terraplenes y túneles.—V.—Destruccion de los puentes.—VI.—Medios de inutilizar el material móvil.—Desperfectos que pueden causarse en las estaciones.

I.

Consideraciones preliminares.

Tres casos pueden presentarse en general que obliguen á destruir las vías férreas ó algunas de sus obras:

1.° Cuando se necesite interrumpir el servicio de explotacion con el solo objeto de impedir el paso de algun tren, ó que el enemigo haga uso de una vía que por el momento no se puede defender y no conviene abandonarle.

2.° Cuando es forzoso ceder al contrario una vía, teniendo esperanzas de recuperarla en el curso de la campaña.

Y 3.° Cuando hayan de abandonarse definitivamente estos medios de comunicacion sin esperanza de recobrarlos con facilidad, en cuyo caso deberán hacerse en ellos cuantas destrucciones sean posibles para inutilizar las obras de arte más importantes, ó las que hubiesen de dificultar más la reparacion y empleo de las vías férreas.

Las destrucciones y obstáculos que convenga ejecutar en

cada uno de estos casos, no se pueden determinar exactamente: las condiciones particulares del terreno en que se opere decidirán en muchas ocasiones la clase de desperfectos que deban hacerse, pues á causa de lo más ó ménos accidentado de éste, bastará unas veces para obtener el resultado que se desée, cortar en algunos puntos la vía ó destruir obras de poca importancia, necesitándose en otras, para conseguir el mismo objeto, inutilizar las grandes obras de arte, ó una extension considerable del camino.

Además de las condiciones del terreno y del personal y material que se calcule puede tener dispuesto el enemigo para reparar los destrozos causados, la eleccion de los que conviene llevar á cabo, depende de las circunstancias particulares y plan de campaña, por lo cual corresponde al jefe encargado de dirigir las operaciones el decidir la clase de los que hayan de efectuarse, pues él únicamente, por los datos que tenga y plan que se proponga, es quien debe disponer la destruccion de obras que son importantes, no sólo por el valor que representan, sino por la influencia que en las alternativas de la guerra puede tener un paso interceptado ó una obra destruida.

En general, atendiendo sólo al objeto que se quiera obtener, puede observarse en el primer caso, que para que funcionen convenientemente los caminos de hierro, necesitan tener en buen estado todos los elementos de que constan, y si algunos se inutilizan se interrumpe el servicio en ellos, por lo ménos en condiciones regulares.

Levantando algunos carriles; rompiendo algunos cojinetes, un corazon, un cambio de vía ó una aguja; practicando algunas cortaduras; destruyendo una alcantarilla, etc., puede obtenerse la interrupcion que se desea, si bien debe observarse que estos medios, que pueden ejecutarse con prontitud, [illegible] siempre fáciles de conocer y remediar, y retardan [illegible] tiempo la marcha de los trenes.

En el segundo caso, en las vías que se deben abandonar al enemigo dejándolas en condiciones de repararlas si se recuperan, las destrucciones que conviene ejecutar son: cegar los túneles, levantar los carriles en una gran extension del camino, destruir los terraplenes y trincheras y áun algunas veces tambien los revestimientos de los túneles.

En este caso debe observarse que la destruccion de terraplenes que no necesiten muros de contencion, el levantamiento de los carriles en un corto trecho y los obstáculos que presente la ruptura de los pontones y viaductos de poca luz, pueden repararse con facilidad y retardarian por poco tiempo la marcha del enemigo, necesitándose, sin embargo, para ejecutarlos, un personal y un material que se podria emplear con mejor éxito en destruir una pila de un puente de gran altura, obstruir un túnel, levantar los carriles en una curva ó en los puntos en que sean de difícil colocacion ú otra operacion análoga.

Estas destrucciones incompletas de las vías tienen el inconveniente de que el enemigo dispone, miéntras las conserva en su poder, de la misma ventaja que se procura tener para su reparacion si se recuperan, debiendo, por lo tanto, tener en cuenta las consecuencias que pudieran resultar de una destruccion de esta clase, ántes de decidirse á efectuarla, no confiando demasiado en el obstáculo que oponen á la marcha de las tropas si no se está en condiciones de defender el paso obstruido, pues pudiendo ejecutarse la reparacion de los desperfectos causados rápidamente, ó en ménos tiempo del que se haya calculado, podria ser sorprendido el ejército que confiára en las dificultades que aquellos obstáculos habian opuesto á la marcha del contrario.

Debe además tenerse en cuenta, que las vías férreas no sólo se han de considerar como sirviendo para el paso de los trenes, sino que en algunos casos podrán utilizarse como vías ordinarias, por lo cual habrá que determinar si obras

que podrian ser conservadas como pertenecientes á un camino de hierro, deben destruirse por las ventajas que presenten al utilizar la vía para marchas ordinarias.

En el tercer caso, en las vías férreas que hayan de abandonarse definitivamente, se deberán ejecutar las destrucciones que inutilicen las obras más importantes ó las que hubieren de retardar más la habilitacion de las mismas. Entre estas destrucciones se encuentran las de los túneles, puentes de gran altura, trincheras de gran profundidad, etc., evitando causar desperfectos de poca importancia por lo costoso de su ejecucion y porque distraen un personal que se necesitará para otras atenciones de más interés.

En todos estos casos los trabajos indicados podrán tenerse que ejecutar en un terreno próximo al de la lucha, ó fuera del círculo de las operaciones: se tendrán que llevar á cabo en las circunstancias indicadas primeramente, cuando despues de una derrota se quiera cubrir la retirada deteniendo ó retardando la persecucion que se tema ha de emprender el enemigo; pero si se quieren inutilizar al principio de las hostilidades, algunas vías cercanas á la frontera, á fin de quitar al invasor los medios de trasportar por ellas sus ejércitos, entónces estos trabajos están en condiciones muy distintas de las anteriores.

Las disposiciones que deban tomarse, para destruir las vías, en cada uno de estos dos supuestos, serán distintas, pues en el segundo, disponiendo del tiempo y medios necesarios para ello podrán elegirse la clase de destrucciones que presente más ventaja para el objeto que se desea conseguir y áun podrá tratarse al ejecutar los trabajos, de utilizar el material que se retire de la vía; pero si se opera á la proximidad del enemigo, la celeridad en la operacion y la necesidad de emplear precauciones militares, son las condiciones más importantes que deben tenerse en cuenta para elegir la clase de desperfectos que hayan de hacerse.

En este supuesto se deben escoger los puntos de obra, en pequeño número, eligiendo los ménos expuestos, para que la tranquilidad de los obreros les permita trabajar con más rapidez, evitando por lo mismo destruir los terraplenes y obras próximas á las alturas, á no ser que éstas estén ocupadas por fuerzas que protejan las secciones encargadas de los trabajos, y procurando hacer éstos, cuando sea posible, durante la noche.

Como medidas de precaucion, miéntras se verifican estas operaciones, se deberán levantar algunos carriles delante de los puntos de obra, ó ejecutar alguna cortadura, para tener la seguridad de que el enemigo no puede llegar fácilmente hasta el punto en que se opera. Cuando en la misma vía deban ejecutarse varias destrucciones, se empezará por los puntos más avanzados é importantes, cuidando de dejar practicable el camino, el mayor tiempo posible, en toda la extension por donde haya de retirarse el material.

Examinadas las condiciones que determinan en cada caso, la clase de obstáculos y destrucciones que conviene oponer á la circulacion por los caminos de hierro, debe estudiarse la manera de ejecutar las operaciones necesarias para llevarlas á cabo.

De las disposiciones detalladas á continuacion se emplearán las que más facilidades de ejecucion presenten, segun las circunstancias, ya se trate sólo de hacer descarrilar los trenes, impedir la circulacion por poco ó mucho tiempo, ó destruir completamente alguna vía.

II.

Ligeras interrupciones.—Descarrilamientos.

Medios de hacer descarrilar los trenes. Los aparatos de señales y cambios de vía presentan los medios más sen-

cillos de conseguir el descarrilamiento de un tren, y por lo tanto de causar entorpecimientos á la circulacion por la vía férrea.

Colocando las agujas de un cambio de modo que permitan el paso á la vía por la que no deba marchar el tren, éste descarrilará siempre que no encuentre las agujas del cambio de punta. La facilidad con que puede ser notada la falsa direccion dada á las agujas, hace que no convenga usar este procedimiento, sino cuando se tenga completa confianza en el empleado encargado de este servicio.

Otro medio de producir un entorpecimiento en la explotacion, es desviar los carriles en un punto cualquiera de la vía, siendo preferible elegir para ello una parte en curva, en desmonte ó terraplen; de este modo se obliga al tren á descarrilar, y á que choque contra los taludes del desmonte ó se precipite al pié del terraplen.

Para ejecutar esta operacion, despues de quitar las bridas que unen los últimos carriles que se hayan de desviar, se descubren las traviesas comprendidas en el tramo en que haya de operarse, y se empujan éstas á derecha é izquierda, uno ó dos metros, hasta colocarlas en la posicion indicada en la figura 1.ª, lámina 24. Hecho esto se vuelve á colocar el balasto para asegurar la vía en la nueva posicion, procurando que la separacion de los carriles sea la conveniente para que el tren pueda entrar por completo en la direccion que se le marca.

Esta desviacion de los carriles puede ser vista por el que dirige el tren, ántes que éste llegue al sitio en que se haya ejecutado; sin embargo, si se ha elegido una curva, no será tan fácil observarla desde léjos, aunque de todos modos la velocidad de la marcha impedirá la mayor parte de las veces detener el tren á tiempo para evitar que descarrile.

El mismo resultado se consigue si se aumenta ó disminuye progresivamente la anchura de la vía, lo que se ejecuta

cortando con sierras ó hachas fuertes las traviesas, con objeto de que permitan variar la posicion de los carriles. En el caso de no poder cortarlas con facilidad podrian quemarse untándolas ántes con materias inflamables si se temiese que la humedad las habia de impedir arder.

Conviene elegir una situacion análoga á la del caso anterior, y ejecutar este trabajo en una extension de 15 á 20 metros.

Puede tambien conseguirse el descarrilamiento, con la ventaja de que no sea fácil conocer el obstáculo preparado sin una observacion detenida en la vía, dejando en una corta extension de ésta los carriles en su posicion ordinaria, pero sueltos, quitándoles las bridas de union y las escarpias ó las cuñas de los cojinetes, si la vía fuese de este sistema. El mismo objeto se puede conseguir aumentando la altura del carril exterior en las curvas, y excavando las tierras bajo el extremo de las traviesas del lado interior, de modo que queden sin apoyo.

Una barricada fácil de construir, que exige bastante tiempo para despues desescombrar la vía, consiste en formar una pila con carriles, traviesas y carbon, y despues pegarle fuego, con lo que se impediria el paso por la vía férrea hasta que se desescombrase.

En el verano de 1873, los carlistas, con objeto de hacer descarrilar un tren, colocaron sobre un carril, dentro de un túnel, una pieza de hierro de la forma indicada en la figura 2.ª, de $0^m,4$ de longitud, $0^m,1$ de altura, y del grueso de los carriles. En *a*, tenía un reborde para introducirlo en el claro de una junta, y en *b*, unas orejas que abrazaban los carriles é impedian su caida, así como el reborde impedia que fuera arrastrada por los trenes.

Afortunadamente un reconocimiento hizo descubrir esta pieza, no conociéndose por tanto el efecto que pueda causar en un tren. Colocada en una parte recta de la vía se hizo

pasar sobre ella un vagon empujado á mano y sus ruedas salvaron el obstáculo sin inconveniente alguno. Se comprende, sin embargo, que una disposicion análoga en una curva produciria el descarrilamiento y en las partes rectas podrian emplearse dos piezas de esta forma encorvadas, con curvaturas no muy fuertes, á fin de producir el efecto deseado.

Los pontones metálicos presentan un medio de interceptar fácilmente la vía en que se encuentran, sin necesidad de destruir ninguna obra, cuando se quiere conseguir una interrupcion de poco tiempo en el servicio de explotacion; como en ellos hay necesidad de colocar los carriles y traviesas en condiciones especiales, levantándolos es difícil volverlos á situar con prontitud en su posicion conveniente.

Empleo de la dinamita. Por medio de la dinamita se pueden crear obstáculos análogos en sus efectos, á los anteriores, siendo su empleo ventajoso en algunos casos en que convenga destruir rápidamente un tramo de vía ó levantar algunos carriles.

Las experiencias hechas por el regimiento de ingenieros belga en 1873 han demostrado que basta una carga á $0^k,300$, si le recubriese de una capa de $0^m,20$ á $0^m,30$ de tierra, para destrozar los carriles. Esta carga debe colocarse apoyada en una brida de junta y al exterior; lo primero, porque los extremos de los pernos que hay en el interior impedirán el contacto entre la carga y los carriles, y además, porque la carga al exterior encorvará los carriles dentro de la vía, lo que produce necesariamente el descarrilamiento, pues se obliga de este modo á las ruedas de los vagones á seguir la curvatura del carril, no sucediendo lo mismo si se coloca la carga al interior, pues en este caso las ruedas, salvando el espacio que dejan libre los carriles, encorvados hácia fuera por la explosion de la dinamita, podrán permitir marchar al tren, el que puede tener con un sólo carril en buen estado tres

ruedas de cada coche apoyadas en la vía, necesitándose romper los carriles de los dos lados para tener seguridad de producir el descarrilamiento con esta disposicion de la carga.

Si la dinamita de que se dispusiera no fuese de la llamada de primera clase, sería preciso aumentar considerablemente las cargas para conseguir el mismo efecto; con la ordinaria, es necesario emplear 2 ó 3 kilógramos para romper las bridas de union de los carriles, y los extremos de éstos, en una extension de $0^m,30$ á $0^m,40$.

Introduciendo entre las traviesas algunos cartuchos que formen una carga de 0,500 á 0,600 gramos, se consigue levantar los carriles y algunas escarpias de las que los fijan en las traviesas. Como resultado de unas experiencias se ha observado que colocando dos ó tres cartuchos de dinamita ordinaria, de 0,50 gramos cada uno, en la garganta de un carril clavado á sus traviesas, por la explosion se ha arrancado violentamente el carril.

Un fragmento de carril de doble T, colocado de plano sobre el suelo, se rompió en trece pedazos por la voladura de un solo cartucho, dispuesto en sentido de su longitud, habiendo sido arrojado uno de estos pedazos á gran distancia y las dos cabezas de la T, distantes algunos centímetros del cartucho, se han roto casi al nivel del alma.

La dinamita y áun la pólvora pueden emplearse en la destruccion de las vías para cargar minas, hornillos ó bombas que se colocan bajo los carriles, consiguiéndose por la explosion de éstas, unas veces la interceptacion de la vía, y otras la destruccion de algun tren al mismo tiempo que los desperfectos consiguientes en aquélla.

Estas minas podrian tenerse dispuestas ántes de las hostilidades, construyendo una caja abovedada de mampostería, en el punto designado, bajo los carriles, en la cual, al empezar las operaciones, se colocaria la carga de pólvora que hubiese de recibir.

Los medios que se usan para dar fuego á estos hornil
consisten en la cuerda portafuego instantánea, inflam
por la percusion de las ruedas del tren sobre algun cebo,
estopines de friccion y la electricidad.

Si como percutor se emplea el tren que se debe destru
el efecto puede producirse por el choque del extremo de
carril sobre la cabeza del frictor, al pasar sobre el carril
rueda de la locomotora ú otro carruaje pesado. Para esto
dispone un hornillo ó bomba bajo una traviesa de junta,
que se agujerea (figura 3) para que por ella pueda pasa
estopin de friccion *a*.

Sobre la placa de junta, si la hay, ó sobre la traviesa,
coloca una pequeña cuña *b* de $0^m,015$ á $0^m,020$ de altura
sostenga el extremo de un carril miéntras que el otro ap
sobre el frictor. Es evidente que á causa del espacio de al
nos milímetros que siempre existe entre los extremos
dos carriles consecutivos y del juego que la disposicion
los agujeros de los carriles y bridas permite, el extremo
carril libre, al sufrir un peso considerable se bajará pro
ciendo la explosion de la mina.

En el caso de tener éstas cargadas con anticipacion
momento en que se desea produzcan su efecto, podria c
venir emplear la vía en que estuviesen colocadas, y para
pedir la explosion bastará quitar el estopin de friccion,
jando tapado por medio de una clavija el sitio en que se
coloca, ó sujetar el carril que ha de producir el cho
con una cuña de hierro que se quitará en el momento
ciso.

Si la clase de los carriles de la vía no permite la disp
cion indicada para dar fuego, se procurará el choque
carril sobre el frictor, sujetando las bridas de union con
sos pernos que se rompan al paso de la locomotora ó
otras disposiciones análogas.

Si el objeto fuese sólo producir un descarrilamient

una ligera interrupcion en las comunicaciones, bastaria colocar en vez de hornillo una bomba con el aparato de friccion ó percusion.

Los medios expresados para dar fuego á las minas tienen el inconveniente de que el enemigo puede conocer el sitio donde están dispuestos é impedir su accion; tambien sin conocerlo, sospechando que existen las minas, puede colocar delante de la máquina exploradora con que registre el camino, uno de los vagones cargados, cuyo peso, haciéndolas estallar, libraria á la locomotora y trenes de sus efectos, si bien siempre quedaria la vía interceptada.

Cuando lo que se desea es destruir algun tren, éstas minas se deberán colocar en gran número, espaciándolas en la longitud que se calcula ocupan ordinariamente sus coches, y dotando del aparato para dar fuego á la que esté al extremo opuesto al del movimiento, y uniendo las otras á ésta de modo que la explosion de todas sea simultánea, bien por medio de estopines ó empleando la electricidad.

Esta puede usarse de un modo análogo á lo que se ejecuta con los torpedos marítimos, esperando el paso de los trenes para dar fuego, ó haciendo que las ruedas de los carruajes ó locomotoras sirvan para cerrar el circuito, es decir, para provocar la explosion. Para esto se coloca el hilo conductor á algunos milímetros de la cara interior del carril en el extremo de una traviesa (figura 4): este alambre se corta y en sus dos puntas se sujetan dos pequeñas planchas metálicas delgadas que se sitúan á una distancia tal una de otra, que la rueda de un vagon ó la locomotora, al pasar sobre el carril pueda tocarlas á ambas al mismo tiempo, con lo cual se producirá la explosion. Tambien podrian fijarse los extremos del alambre conductor, cada uno á uno de los dos carriles de una junta, sustituyendo la brida correspondiente por una pieza de madera pintada de negro y poniendo una roldana de cuero entre los dos carriles para impedir que se estableciera la cor-

riente eléctrica si se llegaban aquéllos á dilatar demasiado, poniéndose en contacto sus extremos. La rueda de un coche al pasar sobre la junta de dos carriles tocándolos á ambos á la vez, cerraria el circuito haciendo estallar la mina.

Estos medios de destruccion, que no han llegado á emplearse, se comprende que dispuestos en los extremos de los puentes y viaductos ó en los terraplenes elevados han de producir desastrosos efectos.

Hundimientos. Las galerías de mina, por sí solas, sin las cargas que deben recibir, pueden bastar para producir el descarrilamiento de los trenes causando además cortaduras en las vías. Basta para ello que la galería que se construya bajo los carriles deje al terreno sobre el cual se apoyan las traviesas, sin la resistencia suficiente para soportar el peso que ha de cargar sobre él. Si estas galerías se tuviesen hechas con anticipacion, como medida preventiva, se reforzarán por medio de tornapuntas y puntales ó piés derechos que sostengan la vía hasta que sea necesario emplearlas. En este caso, quitando los refuerzos en el momento conveniente, se producirá, al paso de un nuevo tren, una cortadura en la vía y la destruccion de los vagones que la hubiesen causado.

III.

Destruccion de la plataforma de circulacion.

Medios de levantar los carriles y traviesas en un tramo de vía. Para que las comunicaciones puedan considerarse interrumpidas por destrucciones en la vía, en los puntos en que no existan obras de arte, es preciso que la extension que se dé á los deterioros que se hagan de ellas sea de una longitud de 6 á 8 kilómetros próximamente.

El punto que debe elegirse, si otras condiciones más importantes no lo determinan, será el que presente más dificul-

tades para su reparacion, como por ejemplo, el que comprenda una curva de corto rádio ó una pendiente bastante pronunciada, ó bien una extension de vía construida en terreno pantanoso ó próximo á un rio.

Segun el tiempo y medios de que se disponga para ejecutar esta clase de trabajos, se calculará si se puede retirar el material resultante de la destruccion ó si debiendo abandonarse éste se puede inutilizar.

Si no conviene ó no se puede retirar el material, los trabajos para la destruccion de la vía se ejecutan del modo siguiente:

Lo primero que deberá hacerse es levantar el balasto hasta descubrir las traviesas, apilándolo á los lados y á lo largo de los carriles. Hecho esto se quitan las bridas, de las que, á ser posible, se destornillan los pernos con una llave, aunque la mayor parte de las veces la oxidacion impedirá girar á la tuerca y será preciso cortarlos con el cortafrio. Si no se tuviese llave podria improvisarse una de éstas con un perno de brida, en el que se pondrian dos tuercas, como indica la figura 5, estando la *a* bien ajustada al extremo del tornillo, y la *b* á la distancia conveniente de la otra.

Separadas las bridas, si el trozo de vía en que se opera está en terraplen ó á medialadera, podrian arrojarse los sistemas formados con cada par de carriles y sus traviesas por el talud del terraplen, empujando á un tiempo los extremos de todas las traviesas unidas á cada carril; la caida deformaria los carriles dejándolos inútiles para emplearlos de nuevo en la reparacion de la vía.

En dos minutos 10 hombres pueden arrojar tres pares de carriles con sus traviesas.

Si no conviene dejar en este estado el material, por ser necesario dificultar más la reparacion de la vía, es necesario separar los carriles de las traviesas para destruir unos y otras. Los carriles se separan torciendo ó arrancando las

escarpias que los sujetan por su cara interior, lo que se e
túa con una barra de pié de cabra y un pequeño m
tillo. Otro medio más rápido de arrancarlos consiste en
plear piezas de hierro forjado de forma de *U* (figura 6),
yos extremos se doblan como corchetes, las que se colo
cerca de las juntas de los carriles que hayan de arranca
pasándolas de modo que agarren la zapata ó cabeza infe
en los de doble *T*, y que el ojo de la *U* salga al otro lado,
mo se vé en la figura. Dispuestas de este modo, para arr
car un carril se introduce una barra en el ojo de la pieza
que se acuña si es necesario con un pedazo de madera y
rando despues de su extremo con la mano ó con una cu
da, en ménos de medio minuto se puede sacar cada car
Las piezas *U* de hierro pesan cada una 3 kilógramos pró
mamente.

Separados los carriles de las traviesas, pueden enterra
á gran profundidad para que la lluvia no los descubra, ó
rojarlos á un rio, estanque, etc., si es posible.

Tambien se inutilizan los carriles deformándolos, lo c
se consigue introduciendo uno de sus extremos en una c
abierta en el tronco de un árbol, y colgándose al otro extre
tres ó cuatro hombres. Se obtiene el mismo efecto arroján
los, desde 2 ó 3 metros de altura, sobre dos apoyos de mad
ó piedra, distantes uno de otro algo ménos que su longit
Apilando los carriles sobre un hornillo cargado de dina
ta, la explosion de ésta los deformaria dejándolos inútil

Colocando las traviesas y carriles reunidos de modo q
los extremos de éstos queden sin apoyo, y dando fuego á
traviesas, se consigue que al mismo tiempo que éstas se q
man, se deformen aquéllos por su propio peso.

Como se comprende, no es preciso destruir todas las t
viesas ni deformar todos los carriles, siendo sí convenie
estropear el mayor número posible de unas y otros.

Organizacion de los trabajos. El modo de ejecutar l

obras dependerá del personal que pueda emplearse, y segun él se dividirá en tramos de más ó ménos longitud la parte de vía que deba inutilizarse, debiendo preferir más efectuar una destruccion completa en pequeña extension, que una incompleta en una longitud mayor.

Body presenta como ejemplo de esta clase de trabajos la organizacion que conviene dar para destruir 8 kilómetros de vía en el caso de que se disponga de un personal de 100 hombres.

Los 8 kilómetros de vía, los divide en secciones de á 400 metros, y éstas en dos de á 200. De los 100 hombres, 50 de ellos con bates y otros 50 con palas se ocupan primeramente en quitar el balasto de la primera seccion, en una extension de 100 metros, en lo cual debe emplearse 15 minutos, levantando cada obrero medio metro cúbico. Concluido esto, 75 hombres pasan á ejecutar la misma operacion en los otros 100 metros, y de los 25 operarios restantes 10 quitan las bridas, distribuyendo un hombre por cada tres carriles. Despues de esta operacion, ó se inutiliza el material como se ha indicado ántes, ó se continúa levantando la vía en la forma siguiente: de los 15 obreros que quedan de los 25 ocupados en estos trabajos, 12 separan los carriles de las traviesas, destinando 1 por cada 3 de aquéllos, y los 3 hombres restantes se emplean para llevar los útiles.

En estas operaciones se tardan 15 minutos, por lo que 30 minutos despues de principiadas se puede proceder á apilar ó destruir el material.

En las demás secciones los trabajos se ejecutan del mismo modo, bien pasando los hombres empleados en ésta á las siguientes ó si se dispone de un personal numeroso trabajando simultáneamente en todas ellas.

Los útiles que se consideran necesarios por seccion son: 75 palas, 5 martillos machos, 10 llaves de 1 ó 2 bocas y entre éstas una inglesa, 20 barras de pié de cabra, 50 bates de pico,

20 zapapicos, 100 rodillos de 2 piés de longitud y 2 pulgadas de diámetro, 4 ó 6 cortafrios y 20 cuerdas de 5 á 6 metros.

Si se quiere retirar el material resultante de la destruccion de la vía, se empleará para ejecutarla el mismo método anterior hasta conseguir separar los carriles de las traviesas y se retira el material del modo siguiente:

Se hace llegar un tren *empujado* por una locomotora al sitio donde se ha de levantar la vía, deteniéndole á una distancia del extremo en que ha de empezar la destruccion igual á la longitud que ocupan sus coches más 40 ó 50 metros. En este trozo, en el que se habrá quitado con anticipacion el balasto, se separarán las bridas y algunas de las escarpias, dejando únicamente las precisas para que puedan avanzar los coches por los carriles hasta que sólo queden libres tres ó cuatro de ellos, en cada fila, á partir del último vagon. De estos carriles se concluyen de quitar las escarpias para poderlos levantar y cargar en los vagones, miéntras que otros trabajadores se ocupan en sacar los pernos y bridas que corresponden á la parte de vía en que se halle colocado el tren.

Los obreros disponibles levantan el balasto de la seccion de vía siguiente, pero dejándola de modo que permita el paso de los vagones á medida que adelantan los trabajos.

La distribucion del personal, en este caso, es análoga á la indicada anteriormente. Los 100 hombres levantan el balasto de la primera seccion de vía, y hecho esto, 25 de ellos pasan á ejecutar la misma operacion en la seccion siguiente, y los 75 restantes se ocupan en la destruccion de la plataforma, y concluida ésta, en el trasporte de los materiales, para cargarlos en los vagones que los han de conducir. Cada fila de carriles, con 60 hombres, se quita y carga en 15 minutos, empleándose los 15 obreros restantes en reunir los accesorios de la vía y cargarlos, tardándose 30 minutos en destruir cada seccion de 200 metros de vía.

Colocados los carriles en los furgones, los 100 hombres de la seccion quedan libres y se ocupan en trasportar las traviesas y cargarlas, tardándose para cada 200 traviesas 35 minutos, ó sea una hora y 25 minutos por seccion de 400 metros.

Estas operaciones exigen 15 vagones que puedan cargarse con 10.000 kilógramos para trasportar los carriles de 2 kilómetros de vía y 20 vagones para las traviesas.

En el método anterior se supone que la vía es del sistema Vignole: si fuera del de doble T ó con cojinetes, éstos se dejarán unidos á las traviesas y los carriles se separarian quitando las cuñas que los sujetan, para lo que basta golpear sobre la punta hasta obligarla á salir. Las demás operaciones serán análogas á las expresadas.

Cortaduras. Las cortaduras hechas en terreno ordinario ó en los terraplenes, sólo inutilizan por poco tiempo las vías férreas, á no ser que en el punto en que se ejecuten el terreno sea fangoso ó que se dispongan varias á continuacion unas de otras.

La ejecucion de ellas puede verificarse á brazo ó por la mina. En el primer caso, despues de quitar dos carriles á lo ménos de cada lado de la vía y las traviesas que los sostengan, como se ha indicado anteriormente, se excava el terreno hasta dar á cada cortadura 10 ó 12 metros de ancho y de 5 á 8 de profundidad: en terreno ordinario se necesitan de 25 á 30 hombres para ejecutar cada una de estas excavaciones en 6 horas.

A veces podrian emplearse para producir una cortadura en la vía las alcantarillas ó pequeños pontones que haya en ella, si la altura del terraplen sobre éstos no es muy considerable: con este objeto se cerraria uno de los extremos de la obra, la que de este modo se puede considerar como una cámara de mina y en ella se habriria un hornillo que, cargado y atracado convenientemente, produciria al darle fuego una cortadura en el camino.

Cuando se emplee este medio hay que cuidar, despues del atraque, de cerrar la entrada de la alcantarilla ó ponton.

IV.

Destruccion de las trincheras, terraplenes y túneles.

Destruccion de las trincheras. Otro de los medios de interrumpir las comunicaciones por las vías férreas, consiste en acumular sobre ellas las tierras de los costados del camino, cegando el paso en una gran extension. Esto tiene la ventaja de que no se destruye la vía; la operacion es fácil de ejecutar, y para restablecer la circulacion se necesita emplear bastante tiempo, sobre todo si, como debe procurarse, las tierras arrojadas sobre el camino forman un volúmen de 10 á 12.000 metros cúbicos, en cuyo caso, sólo despues de algunas semanas de trabajo, podrá dejarse expedita la vía.

El modo más fácil de causar esta interrupcion es empleando los hornillos de mina, para producir los desprendimientos de tierras; la cantidad de pólvora con que cada uno deba cargarse se calculará por la fórmula $C = g h^3$, en la cual h representa la línea de menor resistencia, y g un coeficiente, cuyo valor, segun la clase de terreno, se determina por la tabla siguiente:

Clases de terreno.	Valores de g.
Tierra ordinaria	1,50
Id. ligera	1,20
Arena fuerte y consistente.	1,75
Tierra mezclada con piedra	2,00
Arcilla.	2,25 á 2,30
Mampostería mala	2,50 á 3,00
Id. ordinaria. . .	3,50
Id. dura ó roca .	4,00

La carga de pólvora C resulta expresada en kilógramos. La manera de situar los hornillos cuando la trinchera está abierta en terreno ordinario, es como indica la figura 7, en los dos taludes, á $1^m,50$ próximamente sobre el nivel de los carriles, y separados 10 metros unos de otros. Cada hornillo debe tener 2 metros de profundidad y 12 hombres pueden ejecutar cuatro de ellos en 3 horas, los que bastan para obtener una ligera interrupcion. Si se quiere dificultar más las comunicaciones, acumulando sobre la vía mayor cantidad de tierra que la que producirian estos tres hornillos, el número de los que deban hacerse dependerá de la altura de los taludes y del tiempo que se calcule deba estar interceptada la comunicacion. Este cálculo es fácil de hacer, pues se puede determinar el volúmen de tierra que cada hornillo arrojaria.

Si el terreno fuera de roca, se colocarán los hornillos en lo alto de los taludes, como se vé en la figura 8.

En las trincheras revestidas basta destruir el revestimiento para interceptar la vía, porque ésto proporcionará un cubo de materiales siempre suficiente, á causa de que la caida del muro arrastrará la de las tierras que éste sostenga hasta hacerles tomar su talud natural.

Si se ha elegido para interceptar el camino una parte en que esté construido á media ladera, puede combinarse la destruccion del talud con algunas fogatas colocadas en la misma vía.

Destruccion de los terraplenes. Ya se ejecute ésta á brazo ó por medio de la pólvora, exige mucho tiempo: en general los obstáculos que la destruccion de estas obras oponen á la circulacion, son de ménos importancia que los producidos cegando las trincheras, y la recomposicion de la vía es aún más fácil en este caso que en el anterior.

Conviene, sin embargo, causar esta clase de desperfectos, si la interrupcion que se quiere producir ha de ser pasagera, pues entónces bastará destrozar 100 ó 150 metros

de vía, lo que es muy fácil. Cuando el terraplen por cualquiera circunstancia necesitase un muro de contencion, el obstáculo que produjesen los desperfectos que se hagan en él serán de mayor importancia.

La organizacion de los trabajos, despues de quitar los carriles y traviesas de la vía en la forma conocida, se reduce á excavar y conducir las tierras del terraplen en carretillas ó volquetes, como se hace en todos los movimientos de tierras.

Más cómodo y breve que el tener que levantar la vía y trasportar las tierras como este método exige, sería hacer uso de las minas para destruir el terraplen, colocando los hornillos á distancia uno de otro de 25 á 30 metros, enterrándolos á una profundidad de $1^m,50$ á $1^m,80$, y empleando cargas de 90 á 100 kilógramos á lo ménos. La explosion de uno de estos hornillos producirá un embudo de 5 á 6 metros de diámetro y 2 metros de profundidad, pero la vía quedará estropeada en una extension de 15 á 18 metros.

Tres hornillos de esta clase bastan para inutilizar 100 metros de vía y sólo se necesitan 12 hombres para ejecutar los trabajos necesarios para su construccion y carga en ménos de dos horas.

En el caso en que los terraplenes necesitasen muros de contencion, ó que sus taludes ó los de las trincheras fuesen revestidos y se quisieran derribar los muros ó revestimientos, se deberán emplear para ello hornillos ordinarios estableciéndolos á los $^3/_4$ del espesor del muro, siendo conveniente colocarlos en su pié para que produzcan más efecto.

Las cargas de pólvora, por fuertes que sean, si están simplemente aplicadas al exterior, no producirán en general la caida de los revestimientos; pero si se pudiese emplear la dinamita, podrian derribarse éstos, en algunos casos, colocando en su pié una carga $C = 10\,h^3$, por metro, siempre que h, espesor del muro, sea menor de un metro ó abriendo una trinchera en la misma situacion y poniendo á lo largo de ella

una cantidad de dinamita que se calcularia por la fórmula $C=2,47\,h^2$, la cual dará cargas algo mayores que las necesarias. La trinchera abierta debe recubrirse con un espesor de tierras apisonadas, cuya altura sea, á lo ménos, vez y media el espesor del muro. Las cargas se colocarán encerradas en tubos.

Además de los diferentes medios expresados se pueden emplear para la destruccion de estas obras de fábrica, todos aquellos procedimientos que se usan para las pilas y estribos de los puentes, con las modificaciones que la diferencia entre unos y otros hace necesarias por sus distintas dimensiones.

Destruccion de los túneles. Los túneles son las obras de arte más difíciles y más costosas de construir, y al mismo tiempo las que cuando se destruyen presentan un obstáculo mayor para utilizar la vía en que se encuentran, sobre todo si no es fácil salvar el paso interceptado, por medio de una desviacion en el trazado del camino.

A causa de esta misma dificultad es conveniente, más que en cualquiera otro caso, ántes de proceder á la destruccion de una obra tan importante, ver si será suficiente, para el objeto que se quiera obtener, destruir sólo la vía dentro del túnel, ó colocar sobre ella algunos obstáculos.

Si bastase esto para la interrupcion que se desea, se reducirian los trabajos que hubiesen de ejecutarse á colocar en el interior del túnel, escombros, árboles entrelazados ú otros materiales, y si en la construccion se habian empleado pozos se puede arrojar por ellos, arena, tierra, piedras, etc. En el caso de que se disponga de algunos vagones y máquinas que no hayan de servir ni se puedan emplear en otros usos, podrian formarse con ellos trenes que se harian chocar dentro del túnel, siendo suficientes los destrozos que esto causase en la vía para interrumpir la circulacion en ella por algun tiempo. Puede obtenerse tambien la interrupcion de las comunicaciones, obligando al mismo tiempo á descarrilar un tren,

colocando en el interior del túnel, fuertes piquete
sas y troncos de árboles formando una barricada q
rá tenga 1 metro de alto y 3 de ancho para present
táculo suficiente al paso de los trenes. Este proce
en plena vía sería fácilmente visto, pero en el in
túnel es posible que no fuese descubierto.

Cuando los obstáculos dichos no fuesen suficie
conseguir el objeto que se desee y fuese preciso pro
destruccion del túnel, debe examinarse si ésta se ha
tar sólo en los revestimientos de las entradas ó se ha
tambien en el interior. En el primer caso se emplear
llos de mina, análogos á los que se usan para destru
ros de revestimiento de los terraplenes ó se aplicará
mampostería una fuerte carga de dinamita: en el
los hornillos se colocarán en la bóveda y costados
si el terreno es de roca dura, en uno solo de los c
la roca es tierna y en los dos si es deleznable.

Las cargas se calculan por la fórmula de Leb
hornillos recargados $c' = c\,(0{,}09 + 0{,}91\,n)^3$, en la
la carga en kilógramos, c la carga determinada p
mula, $c = g\,h^3$ y $n = \frac{r}{h}$, siendo r el rádio del em
la línea de menor resistencia.

El recargar los hornillos tiene por objeto que
los embudos que se produzcan por la explosion p
la seguridad de que destruyéndose completamente
des del túnel en toda la profundidad de los hornillo
drán sostener ninguna parte de la bóveda que apoy

La línea de menor resistencia, siendo en es
siempre la que vá del centro de las pólvoras á la
túnel, la profundidad de los ramales que se ábra
derá del volúmen de la excavacion que quisiera p
debiendo procurar que sea ésta tanto mayor cuan
sea la altura de tierras sobre la clave del túnel.

La separacion entre los hornillos no debe ser mayor que el doble de la línea de menor resistencia, debiendo situarlos á 2 metros próximamente sobre el nivel de los carriles. La parte de túnel que quede destruida debe procurarse que tenga á lo ménos una longitud de 20 á 25 metros, siendo conveniente, si se deben dificultar mucho las reparaciones, el destruir además de aquélla los muros de los taludes de las entradas y los arcos de las cabezas.

Como ejemplo de las disposiciones que pueden tomarse para estos trabajos, merece citarse la adoptada en el túnel de Thann, en el que se habian preparado los cuatro hornillos *c* indicados (figura 9) en el centro del túnel, y de cabida cada uno de 200 kilógramos; sus dimensiones eran en la entrada *a* $1^m,50$ de longitud, $0^m,80$ de altura y $0^m,80$ de ancho, teniendo el hornillo *b* $1^m,10$ de profundidad, $1^m,70$ de anchura y $0^m,80$ de altura. La carga debia colocarse en cuatro barriles de á 50 kilógramos cada uno.

Otro ejemplo de esta clase de destrucciones lo presenta el túnel de Vierzy. Este túnel, situado en el camino de hierro de Soissons á París, tiene 1400 metros de longitud, y pasa bajo un cerro cuya mayor elevacion sobre la clave de la bóveda no excede de 35 metros. Como su destruccion perjudicaba mucho á los alemanes por ser el terreno de al rededor cortado y con fuertes pendientes, lo que no permitia construir una vía provisional para rodear el túnel, los franceses lo destruyeron en la guerra de 1870-71, del modo siguiente:

A 240 metros de su entrada norte habian establecido en las paredes verticales varios hornillos uno enfrente del otro y á un metro sobre el nivel de los carriles; pero como estaban colocados demasiado bajos, con su explosion no habian destruido más que parte de la mampostería de las paredes sin romper la bóveda. Los escombros apénas obstruyeron los dos tercios del perfil del túnel, de modo que hubiera sido muy fácil establecer las comunicaciones de uno á otro lado

en la parte demolida. No contentándose con el resultado obtenido se dispusieron otros hornillos entre aquéllos y la entrada norte del túnel á 150 metros de su boca, los que colocados á mayor altura produjeron efectos de más importancia, pues la bóveda quedó destruida en una extension de 20 metros y completamente cegado el perfil por los escombros y por las tierras superiores, que resultaron quebrantadas y conmovidas en una gran extension. En vista del éxito alcanzado se quiso ejecutar lo mismo en la entrada sur, pero el enemigo impidió los trabajos.

El empleo de la dinamita para cargar los hornillos, reducirá considerablemente los trabajos de mina, por la menor dimension de las cajas que habrá que abrir.

En la destruccion de los túneles debe tenerse en cuenta la cohesion de las tierras, pues podria suceder que despues de la voladura de los hornillos se sostuviese el terreno en bóveda, y el efecto producido fuese sólo un pequeño desprendimiento fácil de remediar. En los túneles revestidos la explosion de los hornillos producirá en general más efectos que en los que no lo están, pues la caida del revestimiento determinará la de algunas partes de la bóveda, aumentando esto el cubo de materiales que obstruyan la vía y dificultándose por lo tanto la reparacion de ésta.

V.

Destruccion de los puentes.

Reglas que deben observarse. La demolicion de los puentes y viaductos es una de las destrucciones que pueden causar obstáculos más permanentes en la explotacion de las vías férreas, y por lo tanto, en la destruccion de estas obras, la primera cuestion que hay que resolver es, si conviene destruirlas completamente, ó bastará sólo cortar alguno de sus arcos ó tramos.

Si se debe inutilizar un puente de una manera completa, el mejor medio es derribar los apoyos, pues su caida, á más de producir la de la bóveda ó tableros de los tramos, dificulta considerablemente las obras de reparacion; pero si la destruccion no debe llevarse á este extremo, se admite en Austria como principio que no deben considerarse las comunicaciones suficientemente interrumpidas, sino cuando la ruptura del puente presenta una cortadura de 20 metros á lo ménos.

En los puentes de mampostería cuyos tramos tienen generalmente ménos de 20 metros de luz, es necesario romper más de un arco para conseguir la anchura de brecha necesaria: además en estos puentes la caida de una bóveda arrastraria la pila y tramo inmediato á ella, si el puente tenía más de uno, y como la colocacion de los hornillos en las bóvedas tiene el inconveniente de dificultar el paso por la vía miéntras se trabaja, es preferible atacar directamente los apoyos.

Sólo se romperán los arcos en el caso de estar el puente construido sobre estribos y ser difícil destruirlos, como sucede en los situados sobre los barrancos, ó cuando hay necesidad de ejecutar la demolicion en el menor tiempo posible.

En los puentes de madera ó metálicos las luces son ordinariamente considerables, bastando para interrumpir la comunicacion cortar un tramo. Los reglamentos austriacos exigen la destruccion de uno de éstos mayor de 20 metros, ó de dos tramos cuyas luces están comprendidas entre 12 y 20 metros, pero siempre que el tablero esté á mayor altura de 6 metros sobre el suelo ó nivel del agua, pues cuando esta altura sea menor se deben destruir además las pilas.

Los medios que para esta operacion pueden emplearse son: cargas de pólvora ó dinamita, para toda clase de puentes; cortar ó desmontar las vigas, en los metálicos ó de madera, y el incendio, en los de esta última clase.

Conviene emplear la dinamita en vez de la pólvora cuando sea necesario demoler en poco tiempo un puente en el

que no se hayan preparado de antemano cámaras ú hornillos de mina, ó para cortar en las mismas condiciones los tableros de madera ó metálicos, pues en estos casos, la pólvora no producirá efectos suficientes, ó se habrán de emplear cargas considerables.

Destruccion de las pilas y estribos. La pila ó estribo que deba destruirse se determinará segun el sistema de construccion del puente ó perfil del rio en el punto en que esté situada, eligiendo la que presente mayor dificultad para las reparaciones, y en igualdad de circunstancias aquella en que sean más fáciles de ejecutar los trabajos de demolicion.

En los puentes de gran longitud se procurará destruir las pilas de los tramos próximos á la orilla amiga, y si el puente es metálico y las vigas descansan en más de una pila se destruirá la que reciba las cabezas de aquéllas, y en general la que debe elegirse es la que se encuentre en el mismo lecho del rio ó la del tramo por donde pase más agua, si el rio es poco caudaloso, con objeto de que no pueda construirse un terraplen provisional para restablecer las comunicaciones.

Para la destruccion de las pilas, si se trata de una operacion prevista y preparada de antemano, se habrán dispuesto en ellas cámaras de mina, y si éstas no se hubiesen construido y hubiera tiempo de ejecutarlas, su empleo presenta el medio más sencillo y seguro de destruirlas, si bien el más largo de ejecutar.

Los hornillos pueden abrirse al nivel de los arranques de los arcos; pero si se quieren dificultar más las obras que deban hacerse para la reparacion del puente, se colocarán tan bajos como sea posible, ó á la altura del nivel del agua; si la pila está en terreno seco, como sucede en algunos viaductos, puentes de los fosos, etc., se colocarán los hornillos bajo los cimientos.

En todo caso, la mayor altura á que deben situarse ha de ser tal, que su carga quede á una distancia de los arranques

de la bóveda ó punto de apoyo del tablero que á lo ménos sea igual á la línea de menor resistencia; además en los puentes con tableros de madera ó metálicos se necesita cortar las pilas á una altura que impida que el tablero pueda apoyarse en la parte que de ella quede en buen estado y para esto la parte de la pila que se debe destruir se calculará por la fórmula

$$D = \sqrt{(l + l')^2 - l^2}$$

en la que l es la distancia entre las pilas, y l' la suma de las longitudes en que el tablero se apoya en las dos contiguas.

Los hornillos deben quedar empotrados al $\frac{1}{3}$ ó $\frac{1}{2}$ del espesor de los apoyos: sus cargas se calculan por las fórmulas empleadas para los muros destacados, procurando determinar el número de los que se empleen de modo que los embudos se corten en $\frac{1}{3}$, á fin de evitar que entre dos de ellos quede un macizo intacto que pudiera sostener en parte la bóveda ó tablero, impidiendo su caida.

La entrada de los hornillos puede hacerse horizontal, y á partir de ella hácia abajo, el pozo vertical, conviniendo darle 2 metros de altura y $0^m,70$ y $0^m,55$ de lados.

Aproximadamente, si las pilas tienen de $1^m,30$ á $1^m,60$ se emplearán cargas de 50 á 60 kilógramos, y para pilas de 2 á 3 metros, de 150 á 200 kilógramos. El atraque se ejecutará con mampostería.

Si se emplea la dinamita para la carga de los hornillos, las dimensiones de éstos serán mucho menores, lo que presenta la ventaja de que la construccion de las cámaras no debilitará la resistencia de la pila si por acaso, despues de construidas, no conviene destruir el puente.

Las cargas de dinamita se calcularán por la fórmula

$$C = 0,53\, h^3$$

siendo h la línea de menor resistencia en metros, y C la carga en kilógramos.

Para el atraque se debe dar una altura igual á h, cuando h varía entre $0^m,50$ y $1^m,60$, y para cuando h está comprendida entre $1^m,60$ y $4^m,50$, el atraque debe ser $\frac{2}{3}\ h$.

Si el tiempo de que se dispusiera no fuese el suficiente para la construccion de los hornillos, podria romperse la pila por medio de cargas de dinamita empotradas en una ranura abierta en toda la anchura de la pila y á una altura de $0^m,30$ ó $0^m,40$ sobre el nivel del agua. La profundidad que debe darse á ésta es el $\frac{1}{15}$ del espesor de la pila, calculando la carga por metro de longitud por la fórmula

$$C = 1,98\ E^2.$$

Colocada la carga debe atracarse por medio de piezas de madera que ocupen todo el ancho de la ranura, las que se sujetan por vigas que apoyen en el suelo y hagan veces de tornapuntas, ó por otra disposicion análoga. Al atracar deben evitarse los choques violentos, pues con ellos podria producirse una explosion.

Este procedimiento tiene el inconveniente de exigir más de cinco horas por cada $0^m,20$ de profundidad que haya que dar á la ranura, no siendo por tanto aplicable sino se dispone de un dia á lo ménos para ejecutar los trabajos.

Empleando mayor cantidad de dinamita podria bastar abrir cajas de trecho en trecho en toda la anchura de la pila, colocándolas en una situacion análoga á la del caso anterior y con la misma profundidad. La carga de dinamita que debe encerrar cada una de estas cajas es

$$C = 4,92\ E^3,$$

lo que produce un embudo

$$2\ r = 1,85\ E,$$

por lo que el mínimo número de puntos en que deben abrir-

se las cajas, se obtendrá dividiendo la longitud de la pila por el diámetro del embudo $1^m,85\ E$.

Puede suceder que no se disponga del tiempo necesario para ejecutar estos trabajos, y en este caso para destruir las pilas habrá necesidad de emplear fuertes cantidades de pólvora ó dinamita aplicadas contra el exterior de la mampostería. Estas cargas deben ocupar toda la anchura de la pila que se trata de destruir, pues esta disposicion permite reducir la cantidad de pólvora necesaria, al mismo tiempo que facilita la colocacion. La altura á que deben colocarse es la determinada anteriormente para el caso de disponerlas en una ranura abierta en la pila y se sujetarán á fuertes tablas ó maderos que se suspenderán de la bóveda ó tablero del puente, procurando la mayor union entre la materia explosiva y la pila: la distancia al tablero ó arranque de la bóveda no debe ser menor que el espesor de la pila. Empleando la dinamita, la carga por metros es

$$C = 11{,}45\ E^2$$

la que para $E = 2$ metros dá

$$C = 45{,}80$$

carga cuya colocacion sería muy difícil.

Este medio de destruccion no es, por consiguiente, cómodamente aplicable sino cuando se trata de un viaducto ó pequeño puente de carpintería ó metálico, en los que el espesor de las pilas es generalmente muy débil.

Para los estribos de los puentes, las cargas de pólvora ó dinamita deben colocarse en condiciones análogas á las que se han detallado para las pilas; pero la cantidad de materia explosiva y su distribucion varía.

Si se usan los hornillos como medio de destruccion, cualquiera que sea el número de los que deban abrirse, se pondrá siempre uno en el ángulo que forma el macizo del estribo con el muro en ala. Como la construccion de estos hornillos exige mucho tiempo, este procedimiento sólo con-

viene cuando se hayan preparado con anticipacion ó cuando disponiendo del tiempo suficiente para abrirlos, no deba interrumpirse la comunicacion por el puente durante los preparativos de la demolicion, como sería necesario en otro caso.

Demolicion de los arcos ó tramos. Para conseguirla pueden emplearse hornillos recargados, dispuestos en la clave ó riñones de la bóveda, y cuyas dimensiones pueden ser $0^m,80$ de lado para el pozo, y $0^m,90$ longitud, $0^m,80$ anchura, $0^m,95$ altura para el hornillo.

Si se dispone de dinamita la carga sería

$$C = 6,06\,E^3,$$

la que daría valores más que suficientes. Para el atraque, en este caso, basta un espesor de tierra igual al triple de la línea de menor resistencia.

Como en estos puentes la brecha que producirá en general la ruptura de un solo arco no llegará á tener 20 metros, hay necesidad, si esto sucede, de destruir dos tramos, para lo que deben colocarse los hornillos en el fondo de una trinchera abierta sobre la pila de union de dos arcos, y tan profunda como sea posible para disminuir la línea de menor resistencia, que es muy grande con esta disposicion.

Si no se dispusiera del tiempo necesario para abrir los hornillos, pueden destruirse los puentes haciéndoles una ranura en sentido de la clave del arco, la que se rellena de pólvora y se cubre con madera y piedras.

Para un puente de 8 metros de luz y de $1^m,30$ de espesor en la clave, debe darse á la ranura ó caja que se haga una profundidad de $0^m,50$ y cargarse con 150 ó 200 kilógramos. Para la dinamita bastará que la caja abierta tenga de $0^m,10$ á $0^m,15$ de profundidad y la carga podrá ser de 20 á 25 kilógramos; ésta debe recubrirse con algunas paladas de tierra ó escombros, aumentando la cantidad de materia explosiva, si no fuese posible atracarla de este modo.

Un fuerte cordon de dinamita colocado sobre la clave y

cubierto con tierras, tablas, etc., produciria la ruptura del arco. El mismo resultado darian 300 ó 400 kilógramos de pólvora dispuestos bajo el intradós de la bóveda y suspendidos de ella por cuerdas y viguetas, ó el colocar en una caja abierta en los riñones una carga calculada por metro de longitud por la fórmula $C = 9\,h^3$, siendo h el espesor de la bóveda.

Puentes metálicos. Así como en los puentes de mampostería es preciso en general la destruccion de las pilas y estribos para que puedan suponerse interceptadas las comunicaciones, en los puentes metálicos la interrupcion se obtiene por la destruccion de los arcos ó vigas que forman el tablero. Además, en éstos la caida de las pilas no siempre produce la interrupcion completa de las comunicaciones, como sucede en los puentes de mampostería, pues muchas veces las vigas que sostienen los tableros, aunque apoyadas en várias pilas, están unidas en toda su longitud de un extremo á otro del puente y áun cuando se destruya alguno de sus apoyos intermedios, su resistencia, si bien muy debilitada, puede ser la suficiente para permitir el paso de los trenes ó necesitar para esto una fácil consolidacion.

Un ejemplo de lo que pueden resistir las vigas, áun cuando les falten algunos de los apoyos intermedios, lo presenta lo ocurrido en el puente de hierro de Vernon. Este puente, construido sobre el Sena, se compone de una doble viga americana, sostenida por pilas formadas cada una con dos tubos de fundicion rellenos de mampostería. En la pila más próxima á la orilla derecha, del lado de Vernonet, se dispusieron en sus tubos dos hornillos que se cargaron con 100 kilógramos de pólvora cada uno, y se atracaron con escombros y arena, empleando la cuerda portafuego de Bickford, sin gutapercha, cubierta con tela encerada, para provocar la voladura. Despues de diversos accidentes se consiguió la explosion de uno solo de los hornillos, que fué el construido en el tubo de agua-arriba: este tubo quedó des-

trozado en una extension de 4 á 5 metros, el tablero que apoyaba en él dislocado, y las cruces de union sueltas; pero á pesar de esto el puente no se rompió, y áun cuando una sola viga, la de agua-abajo, quedó sostenida, la otra, cuya luz llegó á ser de $84^{m},50$ á causa de la falta del apoyo, se sostuvo sin flexarse unida á la de agua-abajo por las escuadras y demás medios de enlace, de modo que aún era posible el paso por el puente. Preparado de nuevo otro hornillo y volado, las dos vigas del tramo se rompieron por su propio peso, quedando las otras partes del puente sin deterioros visibles.

En los casos en que deban destruirse las pilas metálicas se ejecutará esto como se ha indicado para las de mampostería, conviniendo para los puentes sostenidos por arcos, cortarlas al nivel de los arranques.

Para romper los tramos podria creerse que el medio mejor de conseguirlo era desmontar algunas de las vigas que sostienen el tablero, pues así se interrumpirian suficientemente las comunicaciones y podria conservarse el material de la viga para restablecer el paso si así conviniera; sin embargo, el desmontar una viga de alguna longitud es una operacion sumamente difícil y penosa con los medios de que se dispone en campaña, por lo que en la mayor parte de los casos se prefiere destruir el material del tramo.

En algunas ocasiones y en los puentes de poca luz, si se dispone de los medios y del tiempo suficiente para interrumpir las comunicaciones, podria intentarse el conseguir esto, sin destruir las vigas, variando sólo la posicion del tablero.

Para esto se levantarán por medio de gatos los extremos de las vigas que apoyen en la mampostería de los estribos y se colocarán debajo de las traviesas extremas algunos rodillos de hierro de $0^{m},10$ á $0^{m},15$ de diámetro por $0^{m},50$ de longitud; despues destruyendo el dado de mampostería ó piedra en que

están empotradas las cabezas de las vigas y empujando lateralmente el puente por medio de otros gatós ó tornos, se podria conseguir que el eje del tablero no coincidiese con el de la otra parte de la vía, y la comunicacion quedaria interceptada.

Esta operacion, de dudoso resultado y que exige mucho tiempo para ejecutarla, sólo podria emplearse en el caso de querer conservar á todo trance en buen estado la vía interrumpiendo únicamente la comunicacion por ella, pero en general será más conveniente y más fácil destruir las vigas.

La destruccion de éstas puede tenerse que ejecutar en uno solo ó en varios tramos, para que la cortadura tenga los 20 metros que deben dársele: en el primer caso, si las vigas tienen mayor longitud que la parte del puente que se debe destruir, se necesita romperlas en el extremo de un tramo, no sólo para que la conmocion que produce la ruptura no se trasmita á los otros que quieren conservarse en buen estado, sino para facilitar la destruccion completa de éste, dejándolo independiente de los demás.

Para romper segun una línea dada vigas de hierro cuyo espesor sea de $0^m,26$ á $0^m,32$ y de cualquier altura, basta disponer á lo largo de la línea marcada, y en toda su longitud, una carga de dinamita contenida en un salchichon ó tubo de $0^m,079$ de diámetro, el que tendrá un peso de 5 á 6 kilógramos por metro.

Pueden tambien emplearse con el mismo objeto cargas de dinamita, determinadas del modo siguiente:

Si las vigas están formadas de planchas de palastro de $0^m,02$ de espesor á lo más, se mide en decímetros la suma de las anchuras de las piezas que componen la viga, sin tener en cuenta las escuadras: este número, dividido por dos, dá aproximadamente la carga en kilógramos.

Si el palastro tuviese un espesor comprendido entre $0^m,02$ y $0^m,04$ se debe duplicar la anchura aparente: para las mis-

mas vigas puede calcularse la carga empleando $0^{m},050$ kilógramos por centímetro cuadrado de seccion.

Para los hierros de seccion rectangular, B. Eugéne indica la fórmula $C = 3000\ a\ b^2$, siendo C la carga en kilógramos y a y b las dimensiones de la seccion del hierro. El coeficiente 3000 debe aumentarse hasta 6000 en proporcion á la mejor calidad del metal. La carga deberá colocarse de modo que $a\ b^2$ dé el menor producto posible, es decir, que se colocará en la cara de mayor dimension.

Para hierros de forma T ó de doble T basta una carga de 0,030 kilógramos por centímetro cuadrado de seccion.

Aplicando contra vigas de hierro de celosía botes cargados con algunos kilógramos de dinamita, se las puede cortar completamente.

Para tener la seguridad de que las vigas se rompen por la explosion de la dinamita, conviene emplear cargas algo más fuertes que las indicadas ó combinar la destruccion de una parte de las pilas en que se apoye el tablero con la de éste, para aumentar así la altura de la caida y conseguir además que el puente quede desnivelado ó cortado.

Las cargas en todos los casos se deben colocar sobre los puntos de apoyo de las vigas ó cerca de ellos para que no se anule parte de su efecto por la elasticidad de la pieza; también conviene situarlas sobre los puntos que haya reforzados por escuadras y en toda la longitud de las caras verticales, pues si se quisieran emplear cargas concentradas en un solo punto, sería preciso triplicar la cantidad de dinamita determinada anteriormente. Esta misma carga, colocada en un salchichon arrollado en hélice sobre la viga que se quiere destruir, sólo producirá en ella una fuerte trepidacion.

Si el puente ó viaducto que se ha de inutilizar se compusiese de un tablero, sostenido por arcos ó por vigas de palastro ó fundicion apoyadas en pilas de mampostería, se pueden emplear para interrumpir las comunicaciones cargas de pólvora

ó dinamita colocadas bajo el larguero inferior de las vigas, conviniendo situarlas en sus puntos de apoyo sobre las pilas ó soportes. El efecto de la explosion de estas cargas, produciendo el levantamiento del tablero y su caida sobre la mampostería de las pilas, estropeará fuertemente ó romperá las piezas de hierro que formen las vigas, y áun cuando estos efectos no se produzcan, á lo ménos el tablero, completamente desnivelado y alabeado, no quedará en disposicion de permitir el paso de los trenes.

Cuando las cargas se colocan bajo el tablero, deberán estar sostenidas por barras de hierro empotradas en las paredes de las pilas.

Como ejemplo de esta disposicion puede citarse la adoptada en un puente, en el que la pila central tiene $0^m,80$ de espesor en su parte superior y las vigas metálicas 20 metros de longitud y $0^m,56$ de altura, estando espaciadas á $1^m,51$ de eje á eje para que caigan bajo los carriles; en este puente se clavaron ocho barras de hierro de $0^m,05$ de grueso y $0^m,65$ de longitud por bajo del tablero y á $0^m,25$ de cada lado del eje de la vía, las que debian recibir dos barriles con 50 kilógramos de pólvora para cada viga.

En el caso de estar el tablero del puente apoyado sobre pilas tubulares, la destruccion parcial de éstas producirá la total del puente, pues siendo una de las causas de su estabilidad la carga del tablero, al quitársela por el efecto que hagan los hornillos, podrán caerse las pilas.

Pontones. Para interceptar el paso por los pontones y pasarelas de poca luz y construidos con hierros delgados, basta golpear fuertemente sobre las vigas de sosten hasta deformarlas, pues éstas pierden por el alabeamiento é inclinacion que toman la mayor parte de su resistencia, y por consiguiente no pueden soportar las cargas que ántes apenas las hubiese flexado.

Puentes de madera. La destruccion de los puentes cons-

truidos con madera ó la de los que hayan sido recompuestos con este material, se puede efectuar de tres maneras: desmontándolos, quemándolos ó haciendo saltar por medio de la pólvora ó dinamita alguna de sus piezas.

Si la destruccion ha de ser rápida y completa, el mejor medio es incendiarlos; si se dispone de algunos dias y personal suficiente, se pueden desmontar y conservar las diferentes partes que forman el puente, con objeto de aprovecharlas para otras obras, y si se quiere á más de interceptar las comunicaciones producir un descarrilamiento, se pueden aserrar algunas de las vigas principales del tablero, dejándolas en su puesto.

Para la destruccion total de estos puentes, no basta inutilizar las vigas, es necesario además destruir cuantas piezas de madera pudiera aprovechar el enemigo, pues algunas de éstas podrian bastarle para restablecer el paso, aunque sólo fuese de un modo imperfecto.

Los puentes se incendian empleando el petróleo, el alquitran ú otras materias combustibles que sirven para avivar el fuego. Para ello las vigas y maderas se impregnan de estas sustancias ó se las cubre de faginas secas y alquitranadas, provistas interiormente de mechas azufradas ó de lanzafuegos; las faginas se sujetan con alambres, siendo conveniente colocarlas bajo el tablero ó en las cepas. Pueden tambien quemarse los puentes preparando algunas barcas ó flotantes con las materias incendiarias, las que se llevarán por el rio en el momento oportuno al sitio de su emplazamiento, lo que presenta la ventaja de poder servirse de aquéllos sin peligro hasta el último extremo.

El tiempo necesario para la destruccion total de un puente despues de incendiado, puede calcularse en media hora.

La pólvora y la dinamita pueden reemplazar las materias incendiarias y producir sus mismos efectos; 18 ó 20 kilógramos de pólvora encerrados en una caja y sumergidos en el rio

bajo 2 ó 3 metros de agua, bastan para destruir completamente un tramo de un puente de caballetes.

Cuando el tablero está sostenido sobre pilas ó cepas, se destruye el puente colocando sobre él 100 kilógramos de pólvora divididos en varias porciones, á las que se dá fuego simultáneamente despues de cubrirlas con tela ó madera; si hubiese facilidad de sujetar la carga bajo el tablero, bastaria para producir el mismo efecto la mitad de la cantidad indicada. Empleando la dinamita se produce el mismo resultado con 5,500 kilógramos por metro de anchura del tablero.

Las pilas ó cepas de madera se destruyen haciendo uso de cargas sumergidas colocadas en el centro de la pila, y en contacto con ella. Para pilas compuestas de cinco pilotes de madera rolliza de $0^m,32$ de diámetro, ó de madera escuadrada de $0^m,30$, y cuyas cabezas estén sujetas por cepos, bastaria un petardo de dinamita de 14 kilógramos.

Las cargas de dinamita que producen la ruptura de las vigas de estos puentes, son las de la fórmula

$$C = 100\, a\, b^2,$$

en la que a y b son las dimensiones de las caras de las vigas. Esta carga se coloca en la cara mayor, conviniendo aumentarla en $^1/_4$ en el caso en que la madera fuese de buena calidad.

Los pilotes aislados de $0^m,31$ á $0^m,37$ de diámetro, se rompen con un cartucho de dinamita de 1,400 kilógramos, sujeto sobre ellos, ó con una carga de 0,21 kilógramos colocada en un agujero abierto en los mismos.

Puentes giratorios. Se puede interrumpir el paso por ellos además de hacerlo en cualquiera de las formas ántes expresadas, colocando el eje del tramo paralelo al del rio, y haciendo saltar un petardo bajo el pivote de giro.

Como complemento de los medios indicados para la destruccion de toda clase de puentes, se puede observar que en algunos casos seria posible conseguir el mismo efecto con

piezas de artillería, que aunque colocadas á grandes distancias pudiesen batir bien el emplazamiento de la obra.

VI.

Medios de inutilizar el material móvil.—Desperfectos que pueden causarse en las estaciones.

Los anteriores medios de destruccion se refieren á las disposiciones que deben tomarse para impedir la circulacion de los trenes por las vías férreas, inutilizando éstas y sus diversas obras de arte; pero como para la explotacion de la vía se necesita no sólo que el camino esté en buen estado, sino disponer además del número suficiente de vagones y locomotoras, así como de los diversos aparatos para los cambios y cruzamientos, de los depósitos para el agua y combustible, etc., se deduce de aquí, que destruyendo ó inutilizando estos diferentes elementos, se impedirán ó dificultarán las comunicaciones por la vía férrea.

Tampoco será siempre preciso destruir el material móvil para privarle de él al enemigo; en la mayor parte de los casos en que se deba inutilizar la vía, será fácil retirarlo, así como las existencias que se tengan en los diversos almacenes, y las herramientas, útiles y aparatos de todas clases que haya en las estaciones. Además, cuando una vía se hubiese de interceptar, ejecutando en ella desperfectos de grande importancia, podria abandonarse sin peligro el material que hubiese en los depósitos, siempre que las líneas por donde tuviese que trasportarse se destruyeran tan completamente que al enemigo le fuera imposible ó muy difícil utilizarlas.

Cuando no concurran estas circunstancias y convenga destruir el material, los medios que para esto se emplean varían según los casos: si se trata de ataques aislados á una estacion para impedir la marcha de un tren, de una máquina

de socorro, etc., la destruccion se efectuará del modo siguiente:

Las locomotoras se inutilizarán, si están encendidas, activando el fuego y vaciando la caldera, lo que se consigue abriendo la llave de desagüe situada al lado del hogar: éste se quemará pronto y la máquina quedará inútil. El mismo efecto se consigue si se cargan ó atan las balanzas y se calienta rápidamente la máquina abandonándola cuando el barómetro indique el máximo de presion, pues en estas condiciones estallará la caldera.

Lanzando una locomotora contra otra ó contra una placa giratoria puesta de través se conseguirá la destruccion de ambas ó de la locomotora y placa, y las averías que de esto resultan dejan en general las máquinas inútiles. Si no conviene destruirlas tan completamente, pueden agujerearse los tubos del fuego de la caldera y con preferencia los más próximos al fondo y en el extremo opuesto al hogar.

Tambien se inutilizan las locomotoras rompiendo los aparatos de alimentacion, que se componen del inyectador Giffar, que es de fundicion, y los tubos de enlace, que son de cobre; ambos pueden estropearse fácilmente con un martillo.

Rompiendo los cilindros, los grifos, manómetros, pito y las varillas del piston ó la de trasmision, la máquina no funcionará ó lo hará mal; lo mismo se conseguiria rompiendo la caja del agua del ténder, en sus partes inferiores, ó quitando la brida ó el aparato que sirve para cambiar la direccion del movimiento.

Si se quitan las válvulas de seguridad, para lo que basta destornillar la balanza, el vapor se escapará á medida que se produzca, y la presion no llegará á ser la suficiente para poder emplear la locomotora.

Las paredes de los cilindros son de hierro forjado muy grueso y es difícil romperlas, pero las placas de cierre son generalmente de fundicion, y como están sujetas por pernos

y tuercas, se pueden quitar con una llave inglesa ó romper las placas con un martillo.

Algunas de estas destrucciones son sencillísimas de ejecutar y no estropean las máquinas, y en casos dados pueden bastar para impedir la marcha de un tren, sobre todo en las estaciones de poca importancia, donde no se disponga de otras locomotoras.

La destruccion más rápida y completa de las máquinas la produciria la explosion de una carga de pólvora ó dinamita colocada dentro de su caldera: en unas experiencias verificadas con una caldera de vapor que tenía 5 metros próximamente de longitud y 1 metro de diámetro y la plancha de que estaba formada $0^{m},030$ de grueso, se introdujeron, cuando estaba á medio llenar de agua, 3 kilógramos de dinamita, colocados en un saco: la explosion dió por resultado romperla en dos partes, arrojando una de ellas, los pernos y algunos trozos sueltos á gran distancia.

Los vagones se inutilizan destruyendo las cajas de grasa y sus medios de union á los resortes, quitando los pernos que los sujetan, ó rompiendo los frenos, tensores, cadenas de union, etc., y si su destruccion ha de ser completa, aserrando sus largueros ó bastidores, y mejor quemándolos despues de impregnarlos de materias combustibles; pueden tambien formarse con ellos trenes que á toda velocidad se precipiten por un puente roto ó vayan á descarrilar en un trozo de vía estropeado.

Para inutilizar los aparatos de alimentacion se quitan las válvulas, se clavan los émbolos y se ciegan los pozos: un depósito de agua se puede destruir arrojando á su interior una carga de 0,50 á 1 kilógramo de dinamita bien cebada, y con la mecha encendida. De las gruas se estropean las partes principales, como manivelas, ruedas dentadas, etc.

En las estaciones se deberán destruir tambien las agujas y las placas, así como los demás accesorios de las vías y depósi-

tos de material ó combustibles: las agujas se inutilizarán rompiendo los cojinetes de talon y las palancas: las placas giratorias rompiendo sus engranajes ó el eje de giro.

Los aparatos de señales se destruyen quitando los faroles y discos ó atando un cartucho de dinamita á su eje y dándole fuego.

Los almacenes pueden incendiarse, pegando fuego á los depósitos de combustible, carbon, madera, etc., conviniendo sobre todo quemar los útiles y vagones, y el vagon de socorro principalmente.

Destruccion de la línea telegráfica. Los telégrafos se conservarán en buen estado miéntras lo permitan las operaciones de la guerra, para tener seguras las comunicaciones con las tropas que operen en los diversos puntos de las vías, y con las cuadrillas de trabajadores destinadas á inutilizarlas.

Cuando hayan de ejecutarse estos deterioros pueden hacerse en los aparatos y elementos de las líneas, causando solamente una perturbacion en ellos ó destruyendo y trasportando el material.

Este último medio podrá aplicarse casi siempre á causa del pequeño volúmen del material de las estaciones telegráficas, por lo que se estará preparado para trasportar los aparatos de las que haya próximas al terreno de las operaciones ó estén amenazadas por el enemigo.

Con este objeto se destornillarán todos los tornillos con que se clavan los aparatos á las mesas, reemplazándolos por clavijas de madera ó cuñas que presenten la estabilidad suficiente y permitan levantarlos con prontitud; tambien se tendrán dispuestas las cajas para empaquetarlos.

Las pilas se trasportarán, si es posible, ó se las destruirá sin que se deba en ningun caso dejarlas en poder del enemigo, áun cuando se quitasen todos los aparatos telegráficos, pues disponiendo de una batería y un conductor, se pue-

den trasmitir señales que se hacen con sólo una brújula de bolsillo y un multiplicador.

En las líneas que establecen la comunicacion entre dos estaciones telegráficas, si son subterráneas, basta para inutilizarlas hacer una cortadura en el cable, la que conviene que esté en un punto conocido para poder despues reparar fácilmente la línea cuando convenga.

En las aéreas se pueden romper, quitar ó enredar los alambres, cortar con sierras ó hachas los postes, quitar los aisladores ó arrancar los postes y formar con ellos pilas, á las que se pegará fuego.

Tambien se podria derribar los postes por medio de una viga puesta de través en una locomotora en marcha, ú otro medio, segun lo permitan las circunstancias.

Hay un modo fácil de interrumpir las comunicaciones telegráficas sin necesidad de cortar los alambres ó derribar los postes. Consiste éste en el empleo de los llamados postes ladrones, que son completamente iguales á los demás, pero que están destinados á interrumpir la corriente estableciendo una comunicacion directa con el suelo, para lo que están perforados en su centro de arriba á bajo, y llevan en este hueco un hilo metálico que termina en tierra.

Los tornillos con que se clavan en estos postes los aisladores penetran hasta el hilo interior, y en la garganta destinada á recibir los hilos telegráficos tienen los aisladores una abertura circular que los atraviesa de parte á parte, y sirve para establecer interiormente la comunicacion con el hilo metálico del soporte. En tiempo de paz se pone en esta abertura una clavija de porcelana ú otra materia aisladora y cuando haya necesidad de interrumpir las comunicaciones eléctricas, basta sustituir esta clavija por otra metálica.

Este sistema, tan sencillo como cómodo, no compromete en nada la existencia de la línea telegráfica, y no se manifiesta exteriormente.

Para descubrir esta interrupcion se necesita bastante tiempo, casi el necesario para reparar la línea si se hubiesen quitado los postes, y con objeto de desorientar más al que trate de reparar la línea y ganar más tiempo, se simulan interrupciones aparentes, tales como cortar algunos alambres, derribar algunos postes ó poner hilos que comuniquen con la tierra al exterior, para que se crea que ellos son la causa de la pérdida de la electricidad.

Por último, ántes de abandonar una estacion telegráfica se le advierte á las próximas, y despues para quitar los aparatos, se cortan con alicates los alambres de comunicacion.

CAPITULO SEGUNDO.

MEDIOS DE REPARAR PROVISIONALMENTE LAS VÍAS FÉRREAS INUTILIZADAS.

I.—Consideraciones preliminares.—Reconocimientos.—II.—Reparaciones cuando los deterioros causados tienen poca importancia.—Medios de suplir la falta de algunos elementos en las vías.—III.—Recomposicion de un tramo de vía inutilizado.—IV.—Reparacion de las cortaduras hechas en los terraplenes, pontones, alcantarillas, etc.—V.—Puentes.—Medios de construir pilas y tableros provisionales.—Ejemplos.—VI.—Reparacion de los desperfectos ejecutados en las estaciones.

I.

Consideraciones preliminares.—Reconocimientos.

Todos los medios que se han detallado anteriormente y otros que pudieran emplearse para interceptar las comunicaciones por las vías férreas, interrumpen éstas por poco tiempo, especialmente si entre las obras que se hayan destruido para conseguir la interrupcion no lo han sido los túneles y trincheras de gran longitud ó puentes importantes.

Las comunicaciones en la guerra civil de los Estados-Unidos y en la campaña entre Prusia y Francia, tardaron en general ménos tiempo en repararse que se habia tardado en interceptarlas, á causa de que los prusianos y americanos disponian para ejecutar los trabajos de reparacion de un personal organizado militarmente, que además de poseer

los conocimientos necesarios para esta clase de obras, estaba familiarizado con las disposiciones que exigen los trabajos que se ejecutan á proximidad del enemigo. La rapidez con que se practican estas reparaciones depende de que en ellas se limitan sólo los trabajos á salvar los inconvenientes que para el paso de los trenes se presenten, sin fijarse en las condiciones que exigiria la reparacion definitiva de las mismas obras para la explotacion del camino de hierro en tiempo de paz. En la guerra sólo se trata de restablecer rápidamente las comunicaciones; si despues de obtenido esto hay necesidad de ejecutar otros trabajos, bien para facilitar la explotacion y protegerla, ó para el entretenimiento y conservacion de las obras, este servicio debe considerarse como secundario y emplearse en él distinto personal del destinado á las otras operaciones, que pueden considerarse como las verdaderamente militares.

Para ejecutar con la rapidez necesaria los trabajos de reparacion, hay que hacerlos atendiendo á las observaciones siguientes:

En los caminos de hierro de doble vía se procura restablecer solamente una de ellas, no sólo porque así se consigue mayor celeridad en la ejecucion de la obra, sino porque en la mayor parte de los casos faltará el material para reparar las dos, por pequeñas que fueren las destrucciones que en las mismas se hayan efectuado.

Las obras de arte, como puentes, viaductos, etc., se construyen empleando la mampostería y más generalmente la madera y el hierro. En América usan con preferencia la madera, pero en Europa, la escasez de este material y las ventajas que presenta el hierro para las construcciones permanentes, ha hecho que se emplee éste en casi todos los puentes y viaductos; así es que generalmente sólo se tendrán que reparar las obras construidas con este material.

En los trabajos de reparacion parece que deberia em-

plearse el sistema más análogo al seguido en la construccion primitiva de la obra y la misma clase de materiales, pues de este modo, se unirian mejor las piezas de la parte que de nuevo se construye y la existente, presentando toda la obra un conjunto más uniforme: sin embargo, las condiciones especiales en que se opera en campaña hacen difícil el empleo en estos trabajos de la mampostería, y áun el del hierro.

La mampostería exige un cubo de materiales muy pesado de trasportar, y necesita obreros hábiles para emplearla, los que con dificultad se encuentran; sólo en los casos en que se trata de reparar una cortadura pequeña y se disponga de cemento que fragüe pronto, podria convenir su uso, pero en general habrá que reemplazarla por la madera.

El empleo del hierro ó fundicion presenta inconvenientes análogos á los de la mampostería, áun aceptando algunos de los diversos tipos que se han propuesto para tener preparadas vigas compuestas de diferentes piezas fáciles de trasportar y que calculadas de antemano se pretende que podrian servir para los casos más usuales.

La dificultad de armar y colocar estas vigas, ya se emplee para ello un puente provisional ó se las lleve á flote hasta el punto de su emplazamiento, para ser desde él elevadas á la altura de la obra, hace presumir que serán poco aplicadas.

En los puentes metálicos construidos para dos vías, es en los que únicamente puede tratarse de emplear el hierro como material para la reparacion, y esto en el caso en que el estado del puente permita utilizar las vigas que sostienen una de las vías para emplear sus piezas en la reparacion de las otras vigas, pero áun esto será difícil.

Además, de la comparacion entre los medios de reparar los puentes empleando la madera ó el hierro, resulta que para luces de ménos de 20 metros, el peso de los materiales que hay que emplear es menor en el primer caso que en el segun-

do, y el tiempo que se tarda en la reparacion y áun el gasto que ésta ocasiona son tambien mucho menores en las obras en que se usa la madera que en las en que se emplea el hierro.

Excluidas en general de las reparaciones la mampostería y el hierro, queda la madera, la que por su fácil empleo, las dimensiones y peso de sus piezas que son cómodamente manuables, su poca deformacion por los golpes que puede sufrir en los trasportes ó al colocarla en la obra, la sencillez de sus ensambladuras y el encontrar en todas partes obreros inteligentes para trabajarla, hacen que sea el material más á propósito para las reparaciones en campaña, á pesar del inconveniente que presenta por su fácil destruccion por el fuego. La poca duracion que suelen tener las obras construidas con madera, comparándolas con las fabricadas de mampostería ó hierro, no tiene importancia, pues siempre resistirán con exceso el tiempo de la campaña.

Siendo la madera el material que debe emplearse en las reparaciones militares, deberán adoptarse en las construcciones que con ella se ejecuten las disposiciones que permitan el mejor modo de aprovechar su resistencia.

La facilidad con que, segun se ha visto en las últimas campañas, pueden repararse las brechas ó cortaduras que se hagan en las vías, cuando sólo tienen de 5 á 6 metros de luz, empleando la madera y los carriles de las dimensiones ordinarias, y las dificultades que se han encontrado para salvar las cortaduras de mayores luces que la longitud de los carriles, hace creer que el medio más sencillo para salvar las brechas de gran extension consistirá en subdividirlas en tramos de corta longitud por medio de puntos de apoyo intermedios.

Casi todas las reparaciones de puentes proyectadas por los franceses en la campaña de 1870-71 presentaban una separacion de apoyos de 10 á 12 metros; pero despues de ejecutadas las obras necesitaron, ó poner otras pilas entre cada

dos, ó emplear tornapuntas para disminuir la anchura de cada tramo. Los prusianos, por el contrario, separaban los apoyos sólo de 5 á 6 metros, consiguiendo con esto mayor facilidad para ejecutar las reparaciones, más seguridad en la explotacion de la vía y el poder emplear maderas de menores escuadrías, y más fáciles, por tanto, de encontrar.

Siempre que sea posible subdividir el espacio que haya de repararse en tramos de la expresada longitud, la dificultad en la reparacion de un puente cortado ó de una cortadura hecha en un terraplen quedará reducida á la construccion de los puntos de apoyo, pues los tramos se colocarán fácilmente.

Algunas veces la subdivision de la brecha total será imposible ó muy costosa, ya por la gran altura que puede tener la obra, ó bien por la necesidad de dejar pasos inferiores á la vía, si por bajo de ella atraviesa una carretera, ó por cualquier otro motivo, necesitándose en este caso recurrir, á pesar de sus inconvenientes, al empleo de vigas armadas ó compuestas para reparar la cortadura.

En la reparacion de los puentes de gran altura cuyas pilas se hayan destruido, y en la de los túneles cegados por la ruptura de sus bóvedas, se encuentran grandes dificultades, por lo que cuando se trate de ejecutar trabajos de esta clase, debe estudiarse si será más conveniente abandonar la obra destruida, construyendo en su reemplazo un ramal de vía con el que se salvase el obstáculo encontrado, áun cuando fuese preciso emplear fuertes pendientes y curvas de pequeño rádio, ó si á pesar de todo habrá necesidad de recomponer la misma vía.

Tambien debe observarse que en algunas ocasiones puede convenir aumentar la extension de una brecha ó cortadura para hacer una reparacion más sólida que la que se podria hacer fijándose únicamente en las dimensiones que presenten los destrozos causados en la vía.

Por ultimo, en la ejecucion de toda clase de trabajos de recomposicion debe tenerse presente que las reparaciones de una vía férrea exigen en general ménos tiempo que el que se necesita para causar los desperfectos por medio de operaciones regulares; que en la reparacion de un puente de mampostería se tarda más que en un trabajo análogo en uno metálico, y en éstos el restablecer las comunicaciones empleando el sistema de reparar los tramos estropeados exige más tiempo que el necesario para colocar tramos nuevos.

Reconocimientos. En las reparaciones, análogamente á lo manifestado en las destrucciones de las vías férreas, pueden ocurrir dos casos: ó deberán repararse los caminos de hierro que como medida preventiva se hubiesen destruido porque los resultados de la guerra hagan inútiles estas disposiciones, ó habrá que poner en estado de servicio las vías que se hubiesen conquistado al enemigo, el que siempre ántes de abandonarlas habrá ejecutado en ellas cuantos obstáculos permitiese el tiempo de que haya podido disponer para efectuarlos.

Los medios que deben emplearse en estos dos casos serán semejantes, diferiendo únicamente en que en las vías recuperadas ó conquistadas será preciso, ántes de empezar los trabajos de reparacion, hacer en ellas un reconocimiento detenido para conocer la importancia de las destrucciones que se hayan causado, determinar las obras que deben ejecutarse para restablecer las comunicaciones y ver el modo de inutilizar las disposiciones que el enemigo puede haber tomado para dificultar la reparacion de la vía.

Estos reconocimientos exigen un estudio muy minucioso en toda la extension de las vías férreas, si se han de evitar los accidentes á que pueden dar lugar los desperfectos que se hayan causado en ellas.

Lo primero que debe hacerse es examinar el estado de las vías, recorriéndolas á pié y procurando descubrir las mi-

nas de friccion que se hubieran preparado, los elementos que falten de la plataforma de circulacion, y si en los puentes, viaductos, etc. se ha cortado algun tramo, ó si se han quitado algunos pernos, viguetas, etc., con objeto de que la obra no resista el paso de un tren. Despues de este reconocimiento, por medio de vagones pesados llevados á la prolonga por caballos ó *empujados* por las locomotoras, pero cuidando de disponerlos de modo que entre éstas y los vagones cargados haya algunos vacíos, se harán saltar las minas que no hayan podido descubrirse anteriormente; estos vagones pesados son necesarios, porque las minas pueden haberse dispuesto procurando que unas hagan explosion á poco que se les cargue y que otras resistan el peso de los vagones ó coches ordinarios y sólo estallen bajo el peso de las locomotoras.

En estos reconocimientos se procura obtener un cróquis del terreno, el que conviene que sea bastante detallado y con notas que indiquen el sistema de construccion de la vía, sus dimensiones, la separacion que haya entre las traviesas y la manera de unir éstas á los carriles, la extension de los desperfectos que se observen en cada tramo, los elementos que falten en cada uno de estos puntos y los que puedan utilizarse de los que se hayan dejado.

En las obras de arte, como terraplenes y trincheras revestidas, túneles, puentes y viaductos, se anotará además, segun el caso, la longitud y altura, anchura é importancia de las destrucciones que se observen, el sistema empleado en la construccion, la naturaleza del terreno y la pendiente de los taludes, así como la altura que tengan las obras, los hornillos que en ellas se han preparado y los demás medios defensivos que pudieran haberse dispuesto.

Tambien convendrá anotar en los puentes ó viaductos la naturaleza del fondo ó suelo del rio, el régimen de las aguas y segun la importancia de las construcciones, ver si,

como se ha dicho ántes, convendria y es posible ejecutar una desviacion de la vía.

Conocidos por estos reconocimientos los puntos de las vías que deben repararse y la clase de destrucciones que se hubiesen causado en ellas, se determinarán los materiales que sean necesarios para recomponerlas, los medios que deben emplearse para su trasporte, y los útiles y herramientas que sean precisos para ejecutar los trabajos. Miéntras éstos se llevan á cabo, conviene, si han de circular vagones por la vía, colocar señales en los extremos de los puntos en que se opera, y tener los útiles á la bastante distancia de los carriles para que no estorben; en los vagones convendrá que se pongan linternas exteriores y que se adopten además cuantas medidas se crean convenientes, segun el estado de la vía y obras que en ella se ejecuten.

II.

Reparaciones cuando los deterioros causados tienen poca importancia.—Medios de suplir la falta de algunos elementos en las vías.

Pequeñas reparaciones. Para reparar la falta que presente una vía en la que uno ó varios de sus carriles se hubiesen quitado ó roto por la dinamita, pueden emplearse vigas ó largueros de madera que se fijan á las traviesas por medio de tirafondos ó escarpias. Estas vigas (figura 1, lámina 25) deben cubrirse en la parte sobre que hayan de rodar las locomotoras y vagones por una plancha de hierro *a*, que puede formarse con el hierro de las llantas de un carro ó carruaje cualquiera.

Si además de faltar uno ó dos carriles en una de las filas de la vía, faltasen algunas traviesas, bajo los de la otra fila se pondria un larguero y éste se uniria á los *b* por medio de vari-

llas de hierro ó listones de madera: si fuesen los carriles de las dos filas en un mismo tramo los que se hubiesen quitado, la disposicion en los dos lados sería análoga, y los largueros *b* se sostendrian, ó en cajas abiertas en las traviesas ó por listones, si éstas faltaban.

El hierro de las llantas de los carros y carruajes puede servir tambien para reemplazar algun carril colocándolo en la disposicion marcada en la figura 2. La poca resistencia de este sistema exige que se aproximen mucho las traviesas ó puntos de apoyo, y además debe cuidarse en las uniones de dos barras de esta clase, ó de una de ellas con un carril ordinario, de sustituir las bridas, que no podrán emplearse, por otros medios que sujeten bien las cabezas de las barras, pues estos puntos son los más expuestos á sufrir desviaciones en su posicion. Uno de estos modos de union puede ser el indicado en la misma figura 2.

La falta de varias traviesas en las vías cuando existen todos los carriles, se remedia colocando las que haya, de modo que sirvan de largueros bajo el número de carriles que sean necesarios para compensar la falta y manteniendo la separacion de la vía en estos puntos por medio de listones de madera, que pueden obtenerse cortando á lo largo algunas traviesas: estos listones se clavarán á las que, como largueros, quedan sosteniendo los carriles.

Si el número de traviesas de que se disponga no basta para colocarlas de este modo, pueden cortarse las que haya en forma de dados (figura 3), que se colocarán bajo los carriles uno enfrente de otro y cada dos de ellos se sujetarán, ó con varillas de hierro ó con listones, como en el caso anterior. Los carriles se sostienen por cuñas en cajas que se abrirán en cada uno de los pedazos en que se parten las traviesas.

La figura 4 indica otro medio que puede tambien emplearse para sentar la vía cuando no hay bastantes traviesas;

en este caso, de las que haya se colocan dos ó tres *a* bajo cada carril, en la disposicion marcada en la figura, situándolas bajo los extremos de éstos si son sólo dos y en los extremos y centro si son tres. Para los apoyos intermedios se cortan las traviesas que quedan en tres ó cuatro trozos, que se disponen como se vé en *b*, y los espacios de vía construidos en esta forma deben alternarse con tramos en los que estén completas las traviesas.

En el caso en que la reparacion de la vía haya de hacerse sin emplear madera alguna, porque falten todas las traviesas de un tramo que se haya estropeado, los carriles podrian tenderse sobre el balasto, como indica la figura 5, sujetándolos en esta posicion con piquetes que se clavarán en sus dos lados: cerca de las juntas se colocarán los piquetes más fuertes y se cuidará de clavarlos muy próximos á los extremos de los carriles.

En esta disposicion las ruedas deben rodar apoyando su reborde sobre las gargantas de los carriles, y esto sólo puede admitirse para una extension de vía de muy poca longitud. Además hay que tener en cuenta, en este caso, que la garganta del carril ha de quedar, no en prolongacion de las cabezas de los de su fila, sino desviada hácia el eje de la vía en la anchura de las llantas de las ruedas, y la altura á que se ha de situar ha de ser menor que la que tengan los otros carriles en una cantidad igual al saliente del reborde ó pestañas de las ruedas de las máquinas.

Reparacion de los cruzamientos inutilizados. La falta de los corazones y demás elementos de las vías en estos puntos, puede remediarse adoptando uno de los medios indicados en las figuras 6, 7 y 8: en la primera el corazon se reemplaza por un carril *b b'* móvil al rededor de su centro *o*, para que pueda tomar las dos posiciones *a a'* y *b b'*; las traviesas ó cachas en que descansa este carril son las correspondientes al bastidor del cruzamiento ú otras análogas con

que se hayan reemplazado, pero que estén bien sujetas; en ellas se clavan unas planchas de hierro *c*, sobre las que puede resbalar el carril *b b'*.

La longitud de éste no debe ser menor de 4 metros para que en su movimiento deje el espacio suficiente para el paso de las ruedas entre los extremos *m m* de la vía á que van unidos. Las planchas de hierro *c c* podrian sustituirse por bridas que se clavarian sobre las traviesas por los agujeros de embridar.

Los extremos *m m* de los carriles de las vías deben sujetarse fuertemente sobre las cachas ó traviesas, porque con ellos chocará el carril *b b'* en su movimiento, y éste sólo puede estar clavado con las dos escarpias marcadas en el punto de giro *o*.

Para establecer las comunicaciones por cada una de las vías que concurran en este cruzamiento, se mueve con las barras el carril hasta dejarlo en la posicion que convenga de las dos que marca la figura, y sus extremos se sujetan por escarpias para que no se caiga al pasar sobre él los trenes; cada vez que haya que variarlo de posicion, se sacarán estas escarpias para clavarlas en los otros puntos.

Los corazones pueden tambien reemplazarse por dos carriles que en vez de girar sobre su punto medio como el anterior, lo verifiquen al rededor de uno de sus extremos (figura 7), lo que presenta más ventajas para la facilidad en la marcha de los trenes.

En este caso, cada vía tiene un carril móvil unido por uno de sus extremos con bridas á uno de los fijos *n n*, y libre por el otro extremo para que pueda resbalar sobre las traviesas, que en este ejemplo se han supuesto distintas para cada vía.

Los dos carriles móviles pueden unirse con varillas de hierro ó ser independientes, y para establecer la comunicacion con cada una de las vías, el movimiento se ejecuta con

barras y espeques, haciendo tomar á los carriles la posicion *a* y *b* ó la *a'* y *b'*.

La figura 8 representa otro modo más sencillo que los anteriores de reemplazar un corazon, pues consiste en sustituir una de estas piezas por un trozo de madera, que en general bastará que tenga de $0^m,30$ á $0^m,35$ de largo y $0^m,20$ de ancho, al que se le dá la misma forma del corazon y se le hacen los rebajos necesarios para el paso de las ruedas, cubriendo las partes salientes por bandas de hierro. Podria tambien hacerse uso de un pedazo de carril de algunos decímetros de longitud, que se moviera al rededor de un eje fijado exactamente en el punto de cruce de las dos filas de carriles interiores de las vías, colocándole á voluntad en la direccion de una ú otra de estas dos filas; pero esto tiene el inconveniente de ser expuesto á descarrilamientos, por la dificultad de colocar bien el carril móvil.

Cambios de via provisionales. Cuando las que falten sean las agujas, pueden sustituirse por dos carriles ordinarios *c c'* (figura 9), á los que se les dá la misma separacion que tenga la vía y á los que se les hace descansar sobre traviesas *m m*, ó sobre varios carriles que se colocan debajo de los otros de modo que los crucen. Estos carriles, móviles por uno de sus extremos, se unen á los de la vía por las bridas, y pueden resbalar sobre los otros ó sobre las traviesas que se hayan colocado debajo de ellos, hasta ponerse en prolongacion de una de las dos vías que se unen en estos puntos.

Con objeto de que su movimiento sea simultáneo, se sujetan los dos con varillas de union como las agujas, y para moverlos y abrir las comunicaciones se emplean barras ó espeques.

Puede tambien adoptarse para el mismo objeto de sustituir el aparato de cambio de vía una modificacion á la figura anterior, que consiste en no emplear varillas de union y sujetar los carriles móviles directamente sobre las dos

últimas traviesas que haya debajo de ellos: en este caso estas traviesas pueden correr sobre el suelo y tomar las posiciones marcadas para la *p* en la figura: dos piquetes *a* y *b*, fijan los límites del desplazamiento de esta traviesa para las dos vías que enlazan los carriles.

La figura 10 de la lámina 26 representa en conjunto la disposicion en que puede quedar un cambio de vía, empleando sólo en él carriles, en vez de las agujas y corazones que se hubieran necesitado para establecerle: en la misma, se vé indicada por líneas de puntos, la posicion de los carriles móviles cuando la vía por la que deban pasar los trenes sea la *V'* en vez de la *V*, para la que están colocados en el dibujo.

Los cortes hechos en las filas de los carriles representan las juntas, y por lo tanto puede verse la posicion que corresponde á todas las traviesas bajo cada carril.

En *c*, *d*, *e* se ha supuesto que se sitúan largueros en vez de traviesas, por ser éstos mejores en las juntas: el cruzamiento *M* se supone colocado sobre traviesas ordinarias y el *N* sobre un bastidor, para que se puedan notar las diferencias que existen entre estos dos medios de union.

Vías dobles. Cuando en un camino de hierro construido para dos vías se repara una obra de arte ó un tramo del camino, con sólo la anchura que se necesita para una vía, se puede, sin embargo, circular por las dos que concurren en este punto, empleando dos aparatos de cruzamiento en los puntos *c c*, como se indica en la figura 11, y poniendo la segunda vía como la misma figura representa.

III.

Recomposicion de un tramo de vía inutilizado.

Las destrucciones que se hayan causado en la plataforma de circulacion de las vías férreas pueden ser contínuas y

uniformes sobre una gran extension, ó haberse llevado á cabo en varios puntos sin órden ni regularidad, quitando en una parte los carriles y traviesas, en otras sólo algunas escarpias ó bridas, existiendo puntos más ó ménos deteriorados unidos por tramos en completo estado de servicio. Puede ocurrir tambien que el material en las partes en que la vía se encuentra destruida no se haya retirado y sea utilizable, ó que éste falte completamente ó esté inútil.

Si el material puede aprovecharse en su mayor parte, en el primer reconocimiento detenido que se haga en la vía se procurarán reparar las pequeñas faltas que se noten en ella, clavando las escarpias que estén sueltas, apretando los tornillos de las bridas que lo necesiten, apilando balasto ó acuñando con piedras los carriles en los puntos en que falte una traviesa, etc., dejando sólo á las cuadrillas de trabajadores la reparacion de los desperfectos de más importancia, y que no sea fácil corregir por el momento.

La manera de ejecutar las distintas operaciones que exige la colocacion de los diversos elementos de las vías, se ha detallado en la primera parte de este *Manual*, y por lo tanto, nada nuevo puede añadirse en cuanto á la práctica de la construccion: sin embargo, cuando se trata de ejecutar en campaña una reparacion de las vías férreas, generalmente deberá tenerse que efectuar en el menor tiempo posible, y para conseguirlo es menester ver el órden con que se han de suceder las diversas operaciones necesarias para dejar expedita la vía, y sobre todo la organizacion y distribucion del personal encargado de estos trabajos.

Recomposicion cuando faltan todos los elementos. Suponiendo que deba repararse una vía de la que falten todos los elementos en una gran extension y que se dispone del tiempo y material necesario para reconstruirla, se ejecutarán los trabajos del modo siguiente:

Lo primero que debe hacerse es igualar y preparar la ca-

ja del camino para colocar sobre ella las traviesas algo más bajas que lo que deben estar en su posicion definitiva: al mismo tiempo que se ejecuta esta operacion se descargan y trasportan los materiales para construir la vía, colocándolos en un depósito próximo al punto desde donde se empiezan los trabajos. Las traviesas se distribuyen como siempre sobre el balasto, en la situacion y á la distancia unas de otras que se crea hayan de ocupar. Los carriles se fijan, primero los de una fila, sujetándolos con las escarpias y poniendo despues las bridas, de las que se pasan sólo dos pernos. En la otra fila de carriles se lleva retrasado el trabajo en la longitud de dos ó tres de éstos, y se colocarán rectificando su alineacion por medio de la plantilla que fija la anchura de la vía. Por último, se concluyen de poner las bridas y se fijan las traviesas en su posicion definitiva por una capa de balasto.

Distribucion del personal. La organizacion que dá Body á estos trabajos es análoga á la indicada para la destruccion de la vía; supone dividida la longitud del camino que hay que reparar en tramos de 400 metros de largo y el personal que emplea es de 150 obreros y los jefes.

Este personal lo divide en grupos de á 50 hombres, y uno de estos grupos se ocupa en el arreglo del terreno, en lo que emplea 15 minutos por cada seccion de 400 metros. De otro de los grupos destina dos de sus hombres á la distribucion de las traviesas y los restantes á trasportarlas, bien desde el punto en que se hallen aparcadas ó desde los vagones en que se conduzcan, empleando en estos trabajos una hora y 20 minutos. El tercer grupo es el destinado á la conduccion de los carriles y de él, 6 obreros son los que los colocan sobre las traviesas, empleando todos una hora y 15 minutos por tramo de vía.

La seccion encargada del arreglo de la caja del camino, empleando sólo en esta operacion 15 minutos, quedará al

cabo de este tiempo disponible, y podrá encargarse de la distribucion del material menudo, como bridas, pernos, etc.

El asiento de la vía en cada tramo debe terminarse á las dos horas de haberlo empezado, y despues que se concluya, los 150 hombres de los tres grupos reunidos distribuyen y arreglan la capa de balasto que cubre las traviesas, en lo que emplearán una hora, por lo que bastarán tres horas, con el personal indicado, para dejar en estado de servicio cada seccion de 400 metros de vía que se encuentre inutilizada.

El material necesario para la reparacion es de 136 carriles de 6 metros ó 146 de $5^{m},50$; 450 traviesas; 136 ó 146 pares de bridas; 544 pernos y 2000 escarpias.

Los útiles necesarios para el trabajo son 70 palas y algunos picos, segun la clase de terreno; 108 martillos de asentador; 24 llaves de una ó dos bocas; 72 rodillos para trasportar los carriles; 18 espeques; 4 martillos machos; 3 reglas de sentar traviesas; 2 cuerdas de 20 metros de longitud; 6 agujas de comprobar; 30 bates; 3 niveletas, y 3 niveles de albañil.

Si la vía fuese de doble T se deben aumentar los espeques y los martillos para las cuñas, suprimiendo los de asentador.

Para la conduccion de los materiales se necesita un tren de 16 vagones, 8 de ellos para las traviesas y los otros para los carriles y accesorios.

Recomposicion de los pequeños deterioros. Si sólo hubiera que clavar las escarpias ó pasar los pernos en un tramo de vía que tuviera todos los elementos en su puesto y del que sólo se hubiesen quitado algunos de aquéllos, la organizacion de los trabajos para la misma extension de 400 metros y seccion de 50 hombres sería destinar 8 de éstos para limpiar los extremos de las traviesas que sostienen los carriles y quitar la tierra que entorpeciera el clavado de las escarpias: una cuadrilla compuesta de otros 9 obreros, uno de

ellos con una plantilla de vía y los demás con barras, rectificarán la alineacion de los carriles, y los 33 hombres restantes se ocuparán en clavar las escarpias.

Si la vía fuera del sistema de doble T, y se tuviera necesidad de fijar sus cojinetes, se destinarian dos hombres para arreglarlos sobre las traviesas, alineándolos con cuerdas y los demás con llaves introducirán los tirafondos que los sujetan.

Para poner las cuñas, un hombre las reparte á lo largo de la vía, y otro, por medio de una barra, separa el carril del cojinete para dejar el hueco suficiente para pasar la cuña, y el tercer hombre es el que la fija.

Si fuese preciso preparar las traviesas por faltar tambien este material, el trabajo se arreglaria del modo siguiente. El personal de 150 hombres se dividiria en tres secciones iguales: la primera prepararia las cajas de las traviesas; la segunda colocaria éstas en su situacion aproximada, cuidando de poner las más grandes hácia los extremos de los carriles; la tercera seccion se dividiria en dos partes, una para cada fila de la vía y cada parte de éstas se subdividiria en tres grupos: el primero fijaria los cojinetes, el segundo pondria los carriles y el tercero las bridas.

Observaciones. Se vé en estos diferentes casos que la distribucion del personal es distinta en cada uno de ellos para las diferentes operaciones que se citan y distinta tambien de la indicada en la primera parte de la obra: esto depende de la necesidad de subordinar unos trabajos á otros, teniendo en cuenta el tiempo que se ha de invertir en cada operacion y la necesidad de llevar ésta á cabo con la celeridad exigida en campaña.

En lo dicho anteriormente se supone que el material estaba aparcado cerca de la obra. Si así no fuese, sería preciso organizar su trasporte por medio de trenes que, llegando hasta la parte de vía que fuese necesario reparar y *empujados*

por las locomotoras en vez de ir *arrastrados*, condujeran el material en una forma análoga á la explicada en el capítulo anterior: es decir, que se haria llegar el tren cerca del extremo en que terminase la vía férrea, dejando sólo libres los tres últimos carriles: á continuacion de éstos se empezarian los trabajos para el asiento de la nueva vía y el tren que trasporta el material podria ir avanzando sobre la vía nuevamente sentada.

IV.

Reparacion de las cortaduras hechas en los terraplenes, pontones, alcantarillas, etc.

Reparacion usando sólo carriles. Las cortaduras hechas en los pontones y alcantarillas ó sobre cualquier punto de la vía, cuando no llegan á tener $0^m,90$ de luz, se salvan fácilmente colocando los carriles sobre las traviesas en su posicion natural, pues su resistencia, dispuestos de este modo, es la suficiente para que sobre ellos pasen sin peligro los trenes, aún cuando sean de los más pesados. Se comprende fácilmente que la falta de terreno bajo los carriles no ha de influir en su resistencia, pues en su colocacion ordinaria en la vía, vienen á quedar apoyados próximamente de metro en metro sobre las traviesas.

Si la anchura de la brecha que hubiera que salvar estuviese comprendida entre 2 y $2^m,50$, podrian emplearse para restablecer la circulacion dos carriles á cada lado de la vía, colocados el uno en su posicion natural, y el otro debajo de éste, pero invertido, de modo que el primero se apoye sobre la zapata del otro, sujetándolos, como indica la figura 12, por dos cojinetes puestos en las traviesas que haya en las orillas de la cortadura.

Cuando la longitud del espacio cortado es de 4 á $4^m,50$,

con tal que no pase de esta última dimension, áun podria restablecerse la circulacion por la vía empleando sólo carriles, los que se colocarán en una fila, desde una á la otra orilla de la cortadura, para formar con ellos una especie de tablero en el que se apoyen las traviesas que sostienen los carriles de la vía.

Las cabezas de los que forman el tablero deben descansar en cada una de las orillas sobre otro carril colocado perpendicularmente á éstos, é invertido de modo que presente su zapata para sostener los extremos de los primeros. Tambien podria sustituirse este carril por una traviesa dispuesta de un modo análogo.

Esta reparacion sólo puede considerarse como provisional, siendo conveniente reemplazarla por otra más sólida en cuanto se pueda.

La longitud que tienen los carriles parece que permitiria el emplearlos como único material en las reparaciones de cortaduras que tuviesen alguna mayor extension; sin embargo, cuando las brechas llegan á tener $5^m,50$, sería preciso hacer uso de un número considerable de carriles para obtener un tablero con la resistencia necesaria. El número de los que sería preciso emplear en cada caso, se ha visto que es igual al doble del cuadrado de la longitud de la cortadura, expresada en metros.

Estos carriles se colocarán por mitad á cada lado de la vía, disponiéndolos en varias hiladas, segun su número, y con objeto de repartir mejor las presiones de la carga y que todas las hiladas asienten bien, se separarán unas de otras por una capa de traviesas que las crucen, y espaciadas á 1 ó 2 metros.

Si la altura que resultase á esta disposicion fuese mayor que la que permita el terreno, se suprimirá la fila de traviesas sentando unos carriles sobre otros.

Para reparar las cortaduras de más de $5^m,50$ de longitud,

empleando sólo carriles, sería preciso empalmarlos por medio de bridas, lo que tiene el inconveniente de que el juego que permiten los agujeros de los pernos haria la construccion poco sólida, y áun cuando para impedirlo se pusiesen cuñas de hierro en las uniones, no se conseguiria que estos empalmes presentasen la fijeza necesaria. Además, el número de carriles que se necesita emplear, con poco que aumente la longitud de la cortadura, resulta muy considerable, por lo que cuando ésta pasa de 4 metros, debe buscarse otro medio de sostener la vía.

Empleo de la madera en estas reparaciones. Si sólo se hubiesen de usar piezas de madera para formar las vigas que han de sostener los carriles, las disposiciones que podrian adoptarse serian:

Para cortaduras de 2 á 3 metros de longitud se colocaria una sola viga de 0^m,25 á 0^m,30 de grueso, á cada lado de la vía, y sobre ellas se dispondrán las traviesas y carriles en su posicion ordinaria; si el espacio cortado tuviese de 3 á 4 metros, podrian usarse vigas análogas, dispuestas como indica la figura 13, ó se formará cada apoyo de una fila de carriles, con dos vigas de las dimensiones anteriores, pudiendo, como se vé en la figura 16, emplear para luces de 5 metros las mismas dos piezas, si bien deberán tener á lo ménos 0^m,35 de escuadría.

Si no se dispusiese de maderas de estas dimensiones, pueden emplearse en la reparacion de las cortaduras las que se tengan, y las figuras 14 y 15 indican dos disposiciones que pueden adoptarse: la primera con maderas rollizas de 0^m,20 de diámetro, y la segunda con piezas escuadreadas dobles bajo cada carril; de éstas la *a* debe tener 0^m,25 y 0^m,30 de lados, y la *b* 0^m,25 y 0^m,25; en la figura se marca un modo de union de las *a* y *b*.

Cuando el espacio cortado tuviese mayor longitud, sin llegar á pasar de 6 á 8 metros, la determinacion del número

de vigas necesarias para sostener los carriles, se obtiene en cada caso teniendo en cuenta el peso que han de soportar, el cual no será mayor que el de las mayores locomotoras que hayan de circular por la vía, aumentado en el peso de las maderas empleadas en la reparacion, ó sea de 8 á 9000 kilógramos por metro. Por medio de las fórmulas convenientes se ha formado la tabla 10 del *Apéndice*, que dá la anchura que debe tener el tablero que cubra la cortadura, cuando éste esté compuesto de piezas de las dimensiones indicadas en ella. Dividiendo la anchura dada por la tabla, por la que tengan las maderas que se empleen, se obtiene el número de piezas que es necesario usar.

Hay, sin embargo, que tener en cuenta que siendo las traviesas las que trasmiten la presion á las vigas en que se apoyan, deberán colocarse éstas en dos ó tres hiladas en el caso en que su número fuese tal, que dispuestas en una sola presentasen una anchura mayor que la longitud de las traviesas. Cuando esto suceda convendrá colocar una série de tablas que cruzando las vigas separe las hiladas y reparta por igual las presiones en todas ellas, como se indica en las figuras 17 y 18 de la lámina 27, las que representan ejemplos de la disposicion que puede adoptarse en las cortaduras de 6 y 8 metros respectivamente.

Si el número de piezas de madera que hubiese que emplear, ya por ser el espacio cortado de poca longitud ó porque las dimensiones de éstas diesen una anchura menor que la longitud de las traviesas, se colocarian las vigas por mitad debajo de cada carril, manteniendo la separacion entre ellas por medio de pedazos de traviesa que las sujetasen unas contra otras.

Vigas de hierro. Para las cortaduras que no tengan más de 8 metros, pueden emplearse en las reparaciones las vigas de hierro de la forma de T ó de doble T, colocándolas bajo cada uno de los carriles de la vía ó formando con ellas, se-

gun sus dimensiones, una viga compuesta como representa la figura 19, en la que dos hierros de doble T sujetan entre sí, por medio de pernos, unas traviesas que hacen el oficio de largueros, y sobre ellas se clavan los carriles.

Caballetes. Como se ha visto, cuando la longitud del espacio que se encuentra cortado no pasa de 2 á 3 metros, es sumamente fácil el restablecer la circulacion por la vía, pero la dificultad que para esto se encuentra vá aumentando, segun aumentan las dimensiones de las cortaduras. A partir de las de 8 metros ya se dificultan notablemente los trabajos, y para poderlos facilitar sería conveniente emplear puntos de apoyo intermedios, que dividan la extension de las cortaduras en varios tramos de 2 á 3 metros de longitud y en la reparacion de los que se podrian usar alguna de las disposiciones indicadas anteriormente.

Estos puntos de apoyo pueden formarse rellenando el espacio que quede entre el suelo y el nivel de la vía por medio de tierras ó apilando las traviesas y materiales de que se disponga, para formar una especie de pila en la que se apoyen las vigas ó carriles que sostengan los de la vía.

Pueden emplearse tambien con el mismo objeto unos caballetes de la forma indicada en la figura 21, los que no son convenientes sino cuando la altura que haya de dárseles fuese menor de 6 á 7 metros, pues en otro caso la gran escuadría que deben tener sus piezas hace que sean de difícil construccion y manejo.

Los caballetes se forman por una cumbrera *a* y cuatro piés *b b* ensamblados á ella y sujetos en su extremo inferior sobre durmientes *m* y con tornapuntas *d*; los dos piés extremos de cada lado, se ensamblan á la cumbrera á $0^{m},20$ de su cabeza y los del centro se espacían de modo que vengan á caer directamente bajo los carriles de la vía: dos piezas *c c*, cruzadas formando una cruz de San Andrés, sirven para sujetar los piés y mantenerlos en el mismo plano.

Las dimensiones ordinarias de estas diferentes piezas son: la cumbrera 2m,80 de longitud, y de 0m,25 á 0m,30 de escuadría; los piés de la longitud necesaria para ganar la altura á que haya de ir la vía, y de 0m,25 de diámetro si se emplea la madera rolliza, y de 0m,25 á 0m,30 si es labrada; para la cumbrera bastaria que se labrára sólo su cara superior.

Las maderas de las cruces deberán tener 0m,12 y 0m,08, y estar ensambladas á los piés extremos á cola de milano, y sujetas en ellos con clavos.

Para disminuir el tiro de las vigas que apoyen sobre los caballetes, se suelen colocar sobre las cumbreras unas piezas *n*, sujetas con otras tornapuntas *d*.

Un caballete de las dimensiones indicadas puede sostener 3 metros de vía, y como las cortaduras de estas longitudes son fáciles de componer con sólo carriles y traviesas, se comprende la ventaja de su empleo para las reparaciones de las brechas de gran extension, en las que podrán colocarse varios de ellos á 2 ó 3 metros de distancia unos de otros, y unidos por medio de riostras ó cepos de 0m,12 á 0m,15 de diámetro.

Reparacion de las cortaduras por medio de terraplenes. Las cortaduras hechas en los viaductos y pontones de poca luz y altura, podrán tambien repararse construyendo para rellenarlas un pequeño terraplen, siempre que el agua que corriese bajo aquellas obras fuera en corta cantidad, y se le pudiera dar salida por medio de una pequeña alcantarilla ó con cañerías de hierro, piedra ó madera, segun convenga.

Un modelo de alcantarilla empleado por los rusos en la construccion de sus caminos de hierro durante la guerra con Turquía, es el representado en las figuras 20, y se forma de varios marcos *a*, semejantes á los usados en las minas militares, mantenidos en su posicion por tornapuntas *b* de madera rolliza, que en el corte *C* se ven en toda su longitud y en los

A y *B* cortadas. Sobre estos marcos se ponen unas filas de tablas sin escuadrear, cuyas cabezas se ven en *A* y *B*, y en *C* en el sentido de su mayor dimension; éstas vienen á formar un revestimiento, al rededor de los marcos, que encierra un espacio hueco por donde pueden correr las aguas.

Las dimensiones que deben darse á estas alcantarillas y á las maderas que las forman, son las expresadas en la figura, conviniendo el modelo *A* cuando el agua que haya de pasar por ellas sea en pequeña cantidad, y el *B* para cuando esta cantidad sea mayor.

En el corte *C* se vé tambien la disposicion de la entrada por el talud del terraplen. El piso en toda la longitud de la obra debe empedrarse con cuidado.

V.

Puentes.—Medios de construir pilas y tableros provisionales. Ejemplos.

Para salvar el obstáculo que presente un puente destruido, áun cuando sólo se hayan roto sus arcos ó las vigas de los tableros, convendrá construir en la mayor parte de los casos, puntos de apoyo, que dividiendo el espacio cortado en tramos de menores dimensiones permitan hacer su reparacion con más facilidad. Estos mismos puntos de apoyo tendrán á veces que ejecutarse sobre las partes que de las pilas ó estribos destruidos se encuentren en buen estado de resistencia, con objeto de elevarlas hasta conseguir que lleguen á tener la altura necesaria.

Cuando las dimensiones que en uno ú otro caso hayan de dárseles no pasen de 6 á 7 metros, y el terreno en que deban establecerse presente la resistencia suficiente, se formarán las pilas provisionales con entramados ó caballetes de

madera apoyados sobre el suelo ó sobre la parte de la construccion antigua que se encuentre en buen estado.

La disposicion que se les dé puede ser alguna de las indicadas en las figuras de la lámina 28, en las que se presentan diferentes tipos de reparacion de puentes cuando las cortaduras que se hayan hecho en ellos tengan de 4 á 13 metros y en todas sea fácil dividirlas en dos partes por una pila intermedia.

La composicion de esta pila y la del tablero que sobre ella puede apoyar, se comprende á la inspeccion de los dibujos, y las escuadrías de las diversas piezas, para los de las figuras 22 á 25, deberán ser las mismas indicadas para las análogas de las 26, 27 y 28.

Tableros de los tramos. Cuando no se pueden construir fácilmente estas pilas y se tienen maderas de grandes dimensiones y buena calidad, podrian emplearse en la reparacion de los puentes las disposiciones de las figuras 29 y 30, lámina 29: en la 30 se usarán maderas de dimensiones parecidas á las de la 29, y una y otra disposicion sirven para las luces expresadas en ellas.

Las figuras 31, 32 y 33, representan los medios que pueden servir para reparar las cortaduras de diversas longitudes; cuando su dimension esté comprendida entre 6 y 11 metros, podrá usarse la primera de ellas; si es de 10 á 17, la segunda, y de 13 á 22, la tercera.

La inspeccion de la lámina basta para comprender la disposicion y forma de las construcciones en todos sus detalles: las dimensiones de las diferentes piezas deben ser las marcadas en las tablas siguientes:

Para la figura 31.

Luz.	Un solo durmiente.		Durmiente doble.		Tornapuntas *a*.	
	Labrado.	Sin labrar.	Labrados.	Sin labrar.	Labradas.	Sin labrar.
6,30	0,31 0,26	0,36	»	»	0,21 0,21	0,26
7,50	0,31 0,31	0,39	0,26 0,21	0,31	0,21 0,21	0,26
9,40	»	»	0,31 0,31	0,36	0,26 0,21	0,31
11,30	»	»	0,31 0,31	0,39	0,26 0,21	0,31

Para la figura 32.

Luz.	Un solo durmiente.		Durmiente doble.		Tornapuntas *a*		Tornapuntas *b*.	
	Labrado.	Sin labrar.	Labrados.	Sin labrar.	Labradas.	Sin labrar.	Labradas.	Sin labrar.
9,40	0,31 0,26	0,36	0,21 0,21	0,26	0,16 0,21	0,21	0,21 0,21	0,26
11,30	0,31 0,31	0,39	0,26 0,21	0,31	0,16 0,21	0,21	0,21 0,21	0,26
13,20	»	»	0,26 0,26	0,34	0,21 0,21	0,26	0,21 0,26	0,29
15,00	»	»	0,31 0,26	0,36	0,21 0,21	0,26	0,21 0,26	0,29
17,00	»	»	0,31 0,31	0,39	0,21 0,26	0,29	0,26 0,26	0,34

Para la figura 33.

Luz.	Un solo durmiente.		Durmiente doble.		Tornapunta *a*		Tornapunta *b*.		Sopandas.	
	Labrado.	Sin labrar.	Labrados	Sin labrar.	Labradas	Sin labrar.	Labradas	Sin labrar.	Labradas	Sin labrar
12,50	0,31 0,26	0,36	0,21 0,21	0,26	0,16 0,21	0,21	0,16 0,21	0,21	0,16 0,16	0,18
16,00	0,31 0,31	0,39	0,26 0,21	0,31	0,21 0,21	0,26	0,16 0,21	0,21	0,16 0,21	0,21
17,50	»	»	0,26 0,26	0,34	0,21 0,26	0,29	0,21 0,21	0,26	0,16 0,21	0,21
20,00	»	»	0,31 0,26	0,36	0,26 0,26	0,29	0,21 0,26	0,29	0,21 0,21	0,26
22,50	»	»	0,31 0,31	0,39	0,26 0,31	0,36	0,26 0,26	0,34	0,21 0,26	0,29

Si por alguna dificultad no pudiesen colocarse las tornapuntas bajo el tablero, se podria usar la disposicion de la figura 34 para sostener sobre su tirante las traviesas de la vía: esta cercha podrá emplearse en cortaduras de 4 á 6 metros y bastará que se dén á sus piezas de $0^m,25$ á $0^m,30$ de escuadría.

Las figuras 35 y 36 de la lámina 30 presentan otros dos tipos diferentes de reparaciones y pueden ejecutarse cuando la extension del espacio cortado sea de 11 á 20 metros; estos ejemplos, con los anteriores, completan una série de modelos que pueden bastar para elegir entre ellos en cada caso que ocurra el más conveniente.

Vigas compuestas. Para la reparacion de las cortaduras hechas en los puentes cuando tienen gran longitud y se pueden emplear maderas cuya escuadría sea de $0^m,25$ á $0^m,32$, podrian usarse unas vigas compuestas con varias piezas

de madera, las que deberán ser de diferentes formas y dimensiones, segun la extension de la parte cortada.

Para las brechas que tengan de 5 á 10 metros se empleará una sola viga bajo cada una de las filas de carriles de la vía, la cual se compondrá de dos ó más piezas de las dimensiones indicadas, que estén simplemente superpuestas unas á otras, ó ensamblándolas con llaves y de modo que la viga resulte de una altura próximamente igual á $\frac{1}{12}$ ó $\frac{1}{9}$ de la luz del tramo.

Cuando las cortaduras tengan de 5 á 8 metros de luz bastarán dos largueros de $0^m,25$ á $0^m,32$ de escuadría para sostener cada carril; con aquéllos se formarán las vigas, las que se unen y refuerzan por medio de traviesas colocadas unas debajo y otras encima de ellas, pero correspondiéndose verticalmente (figura 37 *b*, lámina 31), y unidas á éstas por una caja que se les hace de $0^m,03$ de profundidad.

Estas traviesas se sujetan además á los largueros con pernos, y se espacían á una distancia tal, que colocando entre cada dos de ellas otra de las ordinarias, resulten los carriles de la vía apoyados en puntos que disten de $0^m,90$ á 1 metro á lo más.

La altura de la viga para este caso viene á ser $0^m,64$; los pernos deben tener $0^m,25$ de diámetro, y la seccion de las traviesas conviene que tenga de $0^m,20$ á $0^m,25$ de lado.

Si las piezas de madera tuviesen ménos escuadría, se podrian usar tres vigas, como se vé en la misma figura en *a*.

Para los tramos de 8 á 12 metros se necesitan tres largueros para componer cada viga, la que resultará de $0^m,96$ de alto: en este caso se añadirán al sistema anterior unas cruces de San Andrés, que liguen cada traviesa superior con la correspondiente inferior y los pernos de sujecion deben tener $0^m,30$ de diámetro.

Las vigas formadas de cuatro filas de piezas se pueden

emplear en tramos que lleguen á $13^m,50$ de luz; en este caso tendrán una altura de $1^m,28$ y necesitan pernos de $0^m,35$ y como es fácil que se deformen, porque alguna de sus piezas se salga del plano vertical en que se haya colocado, se evitará esto sosteniéndolas en los lados por tablas verticales que hagan el oficio de cepos. La figura 38 representa un modelo de estas vigas, que por estar hecho en mayor escala que el anterior, tiene detallada la posicion de las llaves, pernos, cruces, etc.

Vigas compuestas de madera y hierro. Las piezas de madera pueden combinarse con tirantes y zunchos de hierro para formar vigas de menor altura que la anterior y que pueden servir para las reparaciones de tramos que tengan hasta 15 metros de luz.

Estas vigas se pueden componer de un alma de madera hecha con traviesas ensambladas, aplicando en sus caras superior ó inferior carriles de doble T y sujetando todas estas piezas con zunchos que liguen las unas á las otras.

Los zunchos deben entrar en muescas que se abran en los carriles para impedir su resbalamiento, conviniendo colocar entre éstos y la madera unas planchas de palastro de $0^m,008$ de espesor, con objeto de que las cabezas de los carriles no se incrusten en la madera.

Estas vigas deben calcularse de modo que en su punto medio resistan por lo ménos 6500 kilógramos. Cuando no baste una sola de ellas para llenar esta condicion se emplearán várias, determinando su número por medio de las fórmulas, en las que se considerarán como vigas de hierro de doble T, cuya altura sea la de la pieza de madera y sus cabezas unos rectángulos de seccion equivalente á la de los carriles.

Tramo Polignac. Con objeto de poder hacer con facilidad la reparacion de los puentes cortados, cuando las cortaduras hechas tuviesen de 20 á 25 metros de luz, se ha ideado la formacion de un tramo que pueda armarse y des-

armarse con prontitud y cuyas diferentes piezas, preparadas con anticipacion, se puedan conservar en los parques, teniéndolas dispuestas para cuando convenga usarlas. A pesar de que teóricamente esto parece ventajoso, en la práctica se ha visto que las reparaciones de los puentes se han ejecutado siempre con los medios que en cada caso se han podido aprovechar.

La composicion de este tramo (figuras 39) presenta una gran analogía en su aspecto con los puentes americanos, pero difiere esencialmente en que se compone de maderas aserradas en su longitud, sin que tengan ninguna caja ni muesca de union, lo que le dá mayor resistencia.

Sus largueros superiores é inferiores son dobles, y en vez de servir de cepos para las cruces, como en aquellos puentes, son ellos los que se sujetan por aspas, tambien dobles, cuyas piezas están separadas por la anchura de las de los largueros, y unidas en su medio por pernos. Esta separacion de las piezas que forman las aspas ó cruces, permite intercalar entre ellas montantes verticales que mantengan la distancia que debe haber entre las dos filas de largueros.

Los montantes correspondientes á las dos vigas, una de cada lado del puente, se unen entre sí, alternativamente, por cepos horizontales y por cruces de San Andrés: en el plano inferior de las vigas tambien se dispone para unirlas un sistema de contravientos horizontales, formados con aspas que se oponen á los movimientos que podrian producirse en los dos sentidos. Estas aspas se colocan como se vé en el plano de la figura 39.

En los extremos del tramo que apoyan sobre las orillas de la cortadura, se adopta una disposicion que permite su mejor asiento y que se opone á que se pueda caer ó desnivelar; consiste ésta en el empleo de tornapuntas que están sujetas por la prolongacion de los cepos de los montantes verticales extremos.

Sobre los largueros superiores es donde se fijan los carriles que sirven para el paso de los trenes, y con esto se aumenta la rigidez del sistema: sobre los inferiores tambien se suelen poner carriles en una disposicion semejante, los que se aprovechan para armar el tramo.

Todas las piezas deben ser de pino, excepto las cuñas y clavijas, que serán de encina.

Estos tramos sirven para luces de 20 á 25 metros; para mayores aberturas habria algunas dificultades en su empleo. Su longitud total es de 22 metros para 20 metros de luz, teniendo en cuenta la parte que apoya sobre las orillas; las dimensiones de sus diferentes piezas son: los largueros de $0^m,30$ por $0^m,15$; los montantes de $0^m,30$ por $0^m,15$; los cepos de $2^m,40$ de largo y de $0^m,30$ por $0^m,15$ de escuadría; las aspas de $0^m,30$ por $0^m,10$.

Las experiencias practicadas con un modelo de esta clase demuestran que el paso de un vagon cargado con un peso de 15.000 kilógramos, produciria una flecha de $0^m,0066$, sin notarse trepidacion: el paso de una locomotora de seis ruedas de 26.000 kilógramos de peso y dos vagones de 15.000, produce una flexion de $0^m,020$ y una débil trepidacion.

El peso total de la obra es de 25.000 kilógramos, comprendidos los carriles; es decir, que pesa poco más de una tonelada por metro de longitud.

Se calcula en tres horas el tiempo necesario para montar el tramo.

Este sistema, con algunas mayores escuadrías, sería conveniente para otras cargas, pues es sumamente sencillo de ejecutar, y de fácil trasporte á causa de que su volúmen, cuando están bien colocadas sus piezas, es menor que el espacio utilizable de un furgon. Su mayor ventaja la presenta en los casos en que se quiera obtener la reparacion de los puentes con gran rapidez.

Construccion de las pilas y cepas. Las reparaciones de

puentes expresadas en las páginas anteriores, se refieren á los casos en que se puede emplear un solo tramo para salvar la cortadura hecha ó á los que necesitan apoyos intermedios de 5 á 6 metros de altura á lo más. Cuando por las circunstancias del terreno la altura de estos apoyos debiera ser mayor, su construccion presenta algunas dificultades, por lo que la reparacion de los puentes en estos casos debe ser objeto de otra clase de trabajos que los que se hacen en campaña; pero como á veces los oficiales encargados de la composicion de una vía podrán tener necesidad de ejecutar alguna obra de esta clase ó de reparar un puente que construido de un modo provisional haya sido estropeado, de aquí que convenga exponer algunos modelos de pilas de carpintería.

Los elegidos como más prácticos y convenientes, entre los muchos que pueden presentarse, son los de las figuras 40 y 41, aplicados con mucha frecuencia en América, donde por la mayor facilidad que tienen para las construcciones de madera están éstas mejor estudiadas.

En la figura 40, cuya altura la expresa el dibujo, las dimensiones de la cumbrera, durmientes y piés derechos son de $0^m,31$ por $0^m,31$ de escuadría; las piezas *a* deben tener $0^m,20$ por $0^m,10$; las *b* $0^m,26$ por $0^m,20$, y las vigas *c* $0^m,15$ por $0^m,36$.

Cuando la altura de la pila haya de ser algo mayor de la expresada, convendria dividirla en dos pisos como lo está la representada en la figura 41, cuyas dimensiones, además de las indicadas en la lámina, son: para los durmientes, cumbrera y piés verticales $0^m,31$ por $0^m,31$; los otros piés deben tener $\frac{1}{8}$ de inclinacion y $0^m,31$ por $0^m,26$; las piezas de las aspas $0^m,26$ por $0^m,08$; los cepos, cuyas cabezas se ven sobre la pieza *a*, $0^m,23$ por $0^m,15$ y esta pieza la misma dimension.

Las vigas que sostienen las traviesas de la vía ten-

drán $0^m,41$ por $0^m,31$ la superior, y la de abajo $0^m,31$ por $0^m,23$.

En estas pilas de dos pisos se ha de tener gran cuidado en que los montantes del superior correspondan exactamente con los de abajo, y para esto es para lo que se emplean los cepos indicados en la figura.

Pilas sobre pilotes. En el caso en que la clase de terreno no permita apoyar en él sobre durmientes ó bastidores los caballetes ó entramados de las pilas, hay necesidad de buscar la manera de sentar éstas sobre una base resistente formada con pilotes.

La dificultad de clavar estas piezas en el terreno hace que no sean de cómodo empleo en las reparaciones militares; pero sin embargo, habrá casos en que sea preciso recurrir á ellas y cuando esto sea necesario, el número de pilotes que haya que emplear se determina por la condicion de que cada uno no soporte más de 30 kilógramos por centímetro cuadrado de seccion, suponiendo que se colocan en buenas condiciones y que son de maderas de buena calidad, pues para maderas malsanas, su resistencia disminuye considerablemente y el número de los que hubiera que emplear podria llegar á ser 10 ó 12 veces mayor que el determinado para otras condiciones.

La presion, en kilógramos, que puede soportar cada pieza de madera por centímetro cuadrado de seccion la dá el cuadro siguiente, en que $\frac{L}{d}$ es la relacion entre su longitud y su diámetro.

Clase de la madera.	$\frac{L}{d}=1$	$\frac{L}{d}=12$	$\frac{L}{d}=24$	$\frac{L}{d}=36$	$\frac{L}{d}=48$	$\frac{L}{d}=60$
Encina ó pino.	30	25	15	10	5	2,6
Tilo ó álamo..	20	10	10	6	3	1,5

Con estos datos y los que en cada caso se tengan, segun la altura y forma que haya de darse á las pilas, se puede determinar el número de pilotes que deben emplearse.

Las dimensiones más convenientes que pueden tener para que su hinca no presente grandes dificultades y no sea necesario clavar gran número de ellos, son de $0^m,15$ á $0^m,20$ de escuadría y de 6 á 7 metros de longitud.

Conviene hacerlos de maderas rollizas, quitándoles únicamente la corteza y los nudos, pues así son más resistentes: el extremo que debe penetrar en el terreno, se aguza en punta y se endurece al fuego, ó mejor, si es posible, se le hierra.

Podrian emplearse tambien pilotes con una hélice cerca de su extremo, formada con planchas de hierro de $0^m,003$ á á $0^m,005$ de espesor y $0^m,50$ de diámetro, y de $0^m,10$ de paso y áun cuando para introducir estos pilotes en la tierra sólo se requiere un torno ó cabrestante, su uso es aún más raro que el de los anteriores en las construcciones militares.

Además de esta clase de pilotes, en algunos casos se han usado para reemplazarles los formados con dos carriles perfectamente unidos, en toda su longitud, de dos en dos, pero son preferibles á éstos los ordinarios (1).

La profundidad á que estas piezas deben penetrar en el

---

(1) Para clavar lós pilotes ordinarios se prepara una plataforma, sobre una ó dos barcas ó pontones, de unos $4^m,20$ de ancho por $0^m,60$ á $0^m,90$ de espesor, y de una longitud mayor que la distancia que deba haber entre los pilotes extremos de los que se han de clavar de cada vez. Sobre ella se colocan unos tablones puestos de canto y que disten uno de otro la misma cantidad que ha de separar los pilotes entre sí.

A uno y otro lado de cada tablon y á $1^m,50$ de la popa de la barca ó compuerta que sostiene la plataforma, se levantan tantos pares de piés derechos de $0^m,14$ á $0^m,020$ como pilotes haya, y en ellos se hacen unos taladros espaciados en $0^m,15$, para clavar unos pasadores. Al otro lado de la plataforma se coloca un torno de $0^m,24$ de diámetro próximamente.

Los martinetes para la hinca se pueden formar con trozos de madera herrados de $0^m,90$ de longitud por $0^m,30$ de diámetro, y cuyo peso se aumenta con plomo ó hierro.

suelo depende de la naturaleza del terreno y de la resistencia que sea necesario dar al puente. En un terreno sólido y compacto bastará que claven 2 ó 3 metros.

Las cepas constan ordinariamente de una ó dos filas de pilotes, que cada una tiene de cinco á siete de ellos, clavados en sentido de la corriente del rio y de modo que todos entren en el terreno bien verticales, excepto los correspondientes á los extremos de cada fila, que pueden ponerse inclinados para que hagan el oficio de tornapuntas.

Si la pila ó cepa del puente no ha de tener mucha altura y para ésta puede bastar con la parte que sobresalga de los pilotes despues de clavados, se cortarán todos de nivel, cubriendo sus cabezas con una cumbrera horizontal unida á caja y espiga á aquéllos ó con dos vigas que cojan sus cabezas formando cepo. Sobre éstas se pondrán las viguetas del tablero en que apoya la vía, y los pilotes de cada fila se unirán los unos á los otros por aspas ó cruces que impidan su flexion.

El inconveniente que resulta de componer las cepas con maderos que sólo estén sumergidos en parte, no tiene gran importancia en construcciones que únicamente deben servir como provisionales y durante un tiempo relativamente corto.

Cuando las maderas de que se dispone no permiten hacer de un solo piso la cepa, no debe dejarse á los pilotes más

---

Tambien podrian emplearse con el mismo objeto proyectiles rellenos de plomo, atravesándolos todos ellos por ástiles mantenidos por fuertes pernos.

Para dirigir la hinca se sujetan junto á cada pilote que haya que clavar dos tablones, colocándolos de canto y unidos en sus cabezas por dos travesaños que dejen entre ellos el espacio necesario para el paso del pilote. Dichas piezas deberán poder correr sobre la plataforma.

El juego del martinete se fija á lo largo de los dos postes verticales, indicados anteriormente, los que se refuerzan con tornapuntas. Cada uno de aquéllos se pone en movimiento por una amarra ó cabo que lleva en un extremo una anilla para entrar en el ástil del martinete, el que se desprende al tomar aquélla la inclinacion conveniente y su otro extremo se arrolla al árbol del torno.

altura que la de las más bajas aguas, cortándolos todos á este nivel y poniendo sobre ellos una especie de durmiente sobre el que se levanta la cepa, cuyas piezas verticales entran á espiga en él, y se corresponden con los ejes de los pilotes, afirmándose el todo por los medios ordinarios de tornapuntas, cruces, etc.

Las figuras 43 y 44 de la lámina 32, representan el modo de union de las dos partes de las cepas, en los dos casos de ser éstas de una sola fila de pilotes ó de dos.

Si sólo hay una fila (figura 43), sus cabezas se sujetan por cepos horizontales *a* y *b* sólidamente unidos unos á otros, y sobre la cara superior de éstos descansan los montantes de la parte superior de la cepa, los que se colocan á plomo sobre los primeros.

La figura 44 muestra el segundo caso, ó sea cuando la cepa esté sostenida por dos filas de pilotes: en éste cada una de las filas se sujeta como en el caso anterior, y los cepos *b* de ambas por otras piezas trasversales *c*, dispuestas tambien como cepos para impedir que varien de posicion. Sobre estas últimas piezas, y en su medio, se colocan unas vigas *a* paralelamente á las cabezas de los pilotes, y sobre ellas es donde descansa la parte superior de la pila. Toda la construccion se sujeta por los pernos que se indican en el dibujo.

Las figuras 45 á 48 dan los demás detalles de la ejecucion de las cepas, pudiendo servir la 45 para tramos de poca luz, y las 46 á 48 para cuando las cepas han de tener mucha altura y han de estar espaciadas á 10 ó 12 metros una de otra.

A veces en la parte inferior de estas pilas puede ser necesario colocar tres filas de pilotes; en este caso su union con la parte superior no presenta dificultad, y se haría de un modo análogo al explicado para las de dos filas.

Si la altura del nivel del agua sobre el suelo es poca y los pilotes se clavan en una longitud considerable, es evidente que una sola fila basta para formar la cepa, con tal que la

seccion de aquéllos sea la suficiente para resistir la carga máxima; pero si la parte que se hinca no es mucha y la que queda fuera tiene bastante altura, puede temerse la caida de los pilotes y entónces es preferible componer las cepas con dos ó tres filas de menor escuadría.

Pilas sobre encofrados. Cuando el rio corre sobre un terreno de roca ó tan consistente que no pueden clavarse en él los pilotes, se compone la parte inferior de las cepas formando un cajon sin fondo con várias filas de viguetas, el que se divide en compartimientos por paredes longitudinales y trasversales distantes de $0^m,60$ á $1^m,50$: este cajon se lleva á su emplazamiento, y se le sumerge por medio de piedras que se cargan en algunas de las partes en que se divide y en las que con este objeto se pone un suelo. Colocado en su sitio se rellena todo él de piedras hasta su superficie y en ésta se arregla una plataforma destinada á soportar la pila. El exterior del cajon se rodea de piedras.

Las viguetas postes deben cortarse en su parte inferior con la longitud conveniente segun el punto en que se han de colocar, midiendo para ello con anticipacion la profundidad del fondo ó lecho del rio.

Cuando se emplean pilotes para cimentar las cepas, en algunos casos convendria rodearlos de un cajon análogo al anterior para sujetarlos mejor, el cual, en este caso, debe tener la altura de las más bajas aguas.

Pilas ó cepas de gran altura. Estas son bastante difíciles de construir, sobre todo cuando llegan á tener más de 30 metros. Su composicion puede ser análoga á la de las figuras 40 y 41 de la lámina 31, formándolas de dos ó tres pisos. Los ingenieros alemanes, para el viaducto de Xertigny cuya pila central estaba destruida, construyeron una de estas cepas provisionales de $35^m,50$: para ello principiaron por establecer un zócalo de mampostería de $13^m,50$, sobre el que elevaron una pila de 20 metros, compuesta de 12 montantes

de $0^{m},35$ por $0^{m},25$ de escuadría. En otro viaducto para un apoyo de 27 metros de altura y arcos de 15 metros de luz, construyeron una pila de carpintería de 19 metros de longitud en la base y $4^{m},45$ en la parte superior, con un espesor uniforme de $6^{m},85$.

En el camino de Orleans los franceses establecieron pilas de esta clase, superponiendo traviesas unidas por carriles y formando con ellas hiladas horizontales alternadas.

Empleo de la mampostería en las reparaciones de los puentes. La mampostería puede emplearse en la reparacion de los pontones, cuando para ello se pueda usar de un cemento que fragüe rápidamente y que permita el descimbre inmediato ó la construccion de la obra sin el empleo de la cimbra. La anchura del paso que se restablezca de este modo, podrá ser de 3 metros á lo más, y los espesores que se dén á la construccion serán los de la fórmula $e = 0^{m},03 + 0^{m},06\,r$, en la que e es el espesor en la clave y r el rádio del intradós.

Para estos trabajos se usa cualquier material, como ladrillos, piedras, etc., no necesitándose trasportar más que el cemento que debe emplearse, el que tendrá un volúmen próximamente igual á la quinta parte del total del espacio que haya que reconstruir. El peso de esta cantidad de cemento es equivalente al de el del hierro ó madera que debiera emplearse si se hiciera la reparacion con estos materiales.

La mayor dificultad de esta clase de trabajos es encontrar buenos operarios que sepan emplear el cemento, y cuando se hagan las reparaciones de este modo, no se debe restablecer más que la bóveda que sostenga los carriles, dejando sin reparar y arreglar las demás partes del puente que no son necesarias para la comunicacion, como los pretiles, relleno de los tímpanos, etc.

Apoyos flotantes. Su empleo es poco conveniente en las reparaciones militares, y sólo en los casos en que no se pue-

da usar de otro medio para restablecer la circulacion por la vía se deberá recurrir á este sistema.

Los apoyos pueden hacerse con pontones ó con balsas: los pontones deben tener de 12 á 15 metros de largos para que presenten la resistencia suficiente al peso que han de soportar, y cuando los que pueden emplearse sean más cortos que lo indicado, se unirán dos para formar cada flotante.

Si se quieren emplear las balsas, la experiencia ha determinado que éstas deben tener 12 metros de longitud, á lo ménos, para que ofrezcan la estabilidad que necesitan. Estas balsas se construyen con troncos de árboles, los que debe procurarse que sean próximamente de igual tamaño en cada una, y se colocan con sus cabezas alternadas, es decir, mezclando los extremos de mayor diámetro con los más pequeños.

Para determinar la fuerza de flotacion de cada uno de estos apoyos se empieza por calcular el volúmen de cada tronco de los que lo forman, el que es igual á su longitud L multiplicada por su seccion média trasversal, de modo que volúmen $V = 0{,}08 \times c^2 L$, y su poder flotante

$$J = V\,(1000 \text{ kilógramos} - P),$$

siendo P el peso por metro cúbico de la clase de madera que se emplee.

El poder flotante de la balsa ó sea el número de árboles de que debe componerse, se obtiene por la fórmula

$$X = \frac{\text{Peso del tramo} + \text{peso máximo de la carga}}{V\,(1000 \text{ kilógramos} - P)}$$

Como los troncos de árboles necesarios para la estabilidad de estos puentes, puestos los unos al lado de los otros, ocuparian una extension mayor que la anchura que tuviese el rio en que se hubieran de colocar, la parte sumergible de cada balsa deberá tener más de una capa de troncos para

que su masa sea proporcional á la carga móvil que ha de soportar.

Cuando no se encontrasen troncos de las dimensiones necesarias para dar á cada balsa los 12 metros que debe tener, se hará uso de balsas dobles, compuestas de dos pequeñas unidas por sus cabezas.

Estos apoyos flotantes se construyen sobre el mismo rio en que se han de emplear, destinando cinco hombres para formar cada uno de ellos, dependiendo el número de troncos que se empleen en el flotante, de la resistencia que sea necesario darles y de la clase de maderas que se use.

Las balsas, aunque pueden ejecutarse con facilidad y rápidamente, ofrecen, sin embargo, un gran obstáculo á las aguas, por lo que no se deben emplear sino en rios que tengan más de $1^{m},50$ á 2 metros de velocidad por segundo.

Tanto las balsas como los pontones que forman los puntos de apoyo de estos puentes flotantes, se unen por un tablero superpuesto en toda su anchura sobre ellos, y formado por troncos de árboles justapuestos y cruzados por otros en los extremos: sobre este tablero es donde se colocan los caballetes que sostienen la vía.

Estos caballetes se forman por tres piés derechos colocados sobre un durmiente. Se sitúan espaciándolos á 4 ó 6 metros uno de otro y procurando que no lleguen á sumergirse, pues si esto sucediera á causa de la poca seccion que tienen, se produciria un gran desnivel en el puente. Además, deben fijarse de una manera sólida y estable á la parte flotante.

La union del puente así formado con las partes fijas de la vía en las orillas, debe tener la elasticidad suficiente para permitir las pequeñas oscilaciones que la diferencia de altura de las aguas ó el peso de los trenes han de producir. Para conseguir esto se deben emplear resortes análogos á los que llevan los vagones de los trenes para unirles entre sí.

Ejemplos de reparacion de puentes. Como complemento á las observaciones hechas para la reparacion de esta clase de obras, deben estudiarse las ejecutadas en los puentes siguientes:

Puente sobre el Marne, entre Chaumont y Blesme. La reparacion de este puente se ejecutó dividiéndole por apoyos intermedios en seis tramos, como representa la figura 49 de la lámina 33, y cuyas dimensiones fueron: 4 metros de luz el número 1.°; 15m,10 el 2.°; 5 metros el 3.°; 11 metros el 4.°; 5m,80 el 5.° y 5m,60 el 6.°

Las traviesas y carriles de la vía se sostuvieron sobre estos apoyos, en los tres primeros tramos, por medio de vigas de las llamadas en celosía ó americanas, á causa de la mayor luz que tenía el número 2, para el que fué necesario adoptar esta disposicion: en los 1.° y 3.°, á los que se prolongaron las vigas del 2.°, se dieron á las piezas que las formaban menores dimensiones, como se vé en los cuadros siguientes.

La luz del tramo número 2 se disminuyó por medio de puntos de apoyo *a* y *b* formados con una tornapunta que partia del pié de las cepas 2 y 3, y se sujetaba á las cabezas de éstas por una viga horizontal.

Para los tres tramos de la izquierda, números 4, 5 y 6, las traviesas se apoyaban sobre largueros que se unian sobre las cepas, y para disminuir el tiro en el número 4 se le puso el soporte *c* en el centro, apoyado en los cepos que se colocaron en las pilas de mampostería.

Los puntos de apoyo números 1 y 7 son simplemente durmientes colocados en la parte superior de la escollera, que se formó como se indica en la figura.

Las cepas de los números 2, 3, una de las 4 y la 5, están formadas por un caballete que descansa en dados de mampostería hidráulica, como se vé en los cortes correspondientes de la misma lámina: la otra número 4, se compone de

un bastidor de carpintería colocado sobre la pila antigua del puente.

La número 6, representada tambien en el corte, consiste en un caballete que sostiene un tablero formado con traviesas y está colocada sobre un terraplen construido sobre faginas (figura 49).

El cuadro adjunto marca las escuadrías que se dieron á las diferentes piezas.

Dimensiones de las piezas.

PILAS Ó CEPAS.

Designacion de las piezas.	Pila intermedia		Pila núm. 2.		Pila núm. 3.		Pila núm. 4.		Pila núm. 5.		Pila núm. 6.		Pilas núm. 1 y 7	
Durmientes.	»	»	0,300	0,280	0,300	0,250	0,300	0,280	0,300	0,280	0,300	0,280	0,250	0,250
Montantes y sus tornapuntas.	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	»	»
Cumbreras.	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	»	»
Tornapuntas de los puntos de apoyo intermedios. . . .	0,340	0,340	0,250	0,250	0,250	0,250	»	»	»	»	»	»	0,180	0,090
Vigas horizontales de los puntos de apoyo intermedios	»	»	0,150	0,150	0,150	0,150	»	»	»	»	»	»	»	»
Cruces.	»	»	0,150	0,150	»	»	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	»	»
Cepos de los caballetes.	0,150	0,150	0,250	0,250	0,250	0,200	0,140	0,140	0,250	0,200	0,200	0,200	»	»

TABLEROS.

Designacion de las piezas.	Tramo núm. 1.		Tramo núm. 2.		Tramo núm. 3.		Tramo núm. 4.		Tramo núm. 5.		Tramo núm. 6.	
Cepos superiores.	0,250	0,130	0,250	0,130	0,250	0,130	»	»	»	»	»	»
Cepos inferiores.	0,250	0,130	0,250	0,130	0,250	0,130	»	»	»	»	»	»
Id. longitudinales al extremo de los soportes..	0,220	0,220	0,350	0,350	0,220	0,220	»	»	»	»	»	»
Largueros.	»	»	»	»	»	»	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Cruces de San Andrés. .	0,220	0,080	0,220	0,080	0,220	0,080	»	»	»	»	»	»
Tornapuntas de las cruces	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	»	»	»	»	»	»
Cepos intermedios. . . .	»	»	0,140	0,140	»	»	»	»	»	»	»	»

La reparacion de este puente fué algo defectuosa en su conjunto y poco sólida.

Los tramos estaban mal ligados entre sí y se necesitó despues de hechas las reparaciones colocar bajo las traviesas las alzas que se ven en la figura, para salvar la diferencia de altura á que quedaban los carriles en algunas partes.

Con la disposicion adoptada se hacia soportar á los materiales mayor esfuerzo del conveniente, y además se colocaron demasiados pernos, cuyos agujeros de paso disminuyeron considerablemente la resistencia de las maderas.

Puente de Chalifert. Este puente, representado en la figura 50, era de piedra y tenía tres arcos de 23 metros de luz cada uno, y otros dos de $4^m,10$ en los estribos para el camino de sirga: estaba construido para dos vías y sus pilas tenian una longitud de $4^m,42$. Los carriles resultaban á $11^m,70$ sobre el nivel de las altas aguas, y á $15^m,20$ sobre el nivel medio que tuvieron durante los trabajos.

La destruccion que sufrió el puente, fué ocasionada por los hornillos que se prepararon en el centro de uno de los estribos, los que ocasionaron la rotura del arco que en él apoyaba, produciendo una cortadura de 25 á 26 metros. El resto del puente, excepto dos grietas que aparecieron en la mampostería de los tímpanos de los otros arcos, no habia sufrido deterioro alguno. Los escombros del arco roto habian obstruido el lecho del rio, entorpeciendo el libre curso de las aguas.

Para ejecutar la reparacion se formó un dique por medio de piedras y más escombros arrojados al agua, el que llegó á tener 5 metros sobre el nivel de ésta, y cerraba completamente el paso del rio entre el estribo destruido y la primera pila. Sobre este dique se colocaron dos pisos de caballetes consolidados por cepos en todos sentidos, y sus ensambladuras se sujetaron con pernos y clavos.

Como los largueros de que se disponia no tenian las dimensiones necesarias para la longitud que debian salvar, se remedió este inconveniente sujetando con pernos á los caballetes otros largueros que hiciesen el oficio de sopandas, y disminuyeran el tiro de los primeros. Las porciones de bóveda que quedaron en el estribo y en la pila se enrasaron con el dique, porque la mampostería era tan poco sólida que no inspiraba confianza para apoyar en ella las cabezas de las vigas, prefiriendo tambien colocar otro caballete auxiliar sobre la parte de mampostería de relleno que no habia sufrido deterioro.

Al cabo de algun tiempo de estar en servicio el puente, á consecuencia de una crecida de $2^m,50$, el dique experimentó un pequeño asiento, y para remediar éste y los que despues pudieran ocurrir, se le recargó con algunas piedras y se echó á pique contra él, agua-arriba, un barco de gran tamaño.

Puente sobre el Orne, en Richemond. Los alemanes reemplazaron los dos arcos destruidos de esta obra por caballetes de 4 metros de altura (figura 42, lámina 31), espaciados de 3 en 3 metros próximamente, y ligados unos á otros por cepos oblícuos.

La disposicion general de este sistema de carpinteria era muy sencilla: consistia en dos filas de largueros que descansaban sobre los caballetes, y en otras dos filas de durmientes longitudinales colocados bajo los piés de éstos, como se vé en el corte *a*. Las dos pilas de la izquierda del puente que quedaron estropeadas por la trepidacion producida á consecuencia de la explosion de los hornillos, las unieron por tirantes de hierro *b*, y el fondo del rio lo igualaron con sillarejos para asegurar el buen asiento de los durmientes.

Puentes rusos. Las figuras 51 y 52 de la lámina 34 representan la elevacion, planta y corte de los puentes cons-

truidos por los rusos en el camino de hierro de Binder á Galatz, durante la guerra ruso-turca.

Todos los puentes ejecutados en la parte rusa de este camino se hicieron segun el modelo indicado en la figura; pero éste no se aplicó completamente y tal como se detalla, sino en los casos en que se habia de dar á las obras más de $4^m,50$ de altura, pues cuando la que les correspondia estaba comprendida entre 2 y $4^m,50$, se suprimia el pilote del centro de las cepas, se separaban éstas á $2^m,13$ unas de otras y las vigas que sostenian los carriles se formaban con sólo dos piezas de madera, colocadas justapuestas.

Para los puentes de ménos de 2 metros de elevacion se hacian las cepas de dos pilotes sin tornapuntas y los tramos se reducian á $1^m,80$ de luz, empleando vigas de una sola pieza de madera de $0^m,265$ de diámetro.

En la parte correspondiente á la Rumanía se usaron las maderas escuadreadas en vez de las rollizas, por lo que hubo que modificar algo la forma de los puentes que se construyeron en ese lado de la vía.

La cepa representada en la figura 53, así como la indicada en la 56 de la lámina 35, hacen ver las modificaciones que convendria introducir en la de la 52 cuando los puentes tengan de 5 á 6 metros de altura; en este caso conviene ligar las cepas entre sí por piezas longitudinales, de un modo análogo á como se vé en la figura 53, pudiendo espaciarlas á 5 metros de distancia unas de otras.

Las figuras 54, 57 y 58 hacen ver los detalles de las ensambladuras de todas las piezas empleadas en estos puentes; en la 54 la *A* indica la union del poste de las cepas que está inclinado con el pilote correspondiente y el cepo que reune las cabezas de todos éstos, y la *B* y *C* la misma ensambladura en la parte correspondiente á la de los tres postes verticales del centro con sus pilotes y cepos, de los que se ven las cabezas, así como tambien se indica la posicion de

las abrazaderas de hierro que sujetan la ensambladura, siendo la figura *B* la proyeccion horizontal de la *C*.

Las demás ensambladuras están representadas en las figuras 57 y 58; la primera es la correspondiente á la parte superior de las cepas 53 y 56 y la segunda la que indica la union de los pilotes reforzados.

En estos puentes se construyeron pasos para los peatones, como se representa en todas las cepas y en la planta de la figura 51.

La figura 55 de la lámina 35, aunque es cópia de una disposicion particular adoptada para un tramo del puente construido por los rumanos sobre el Pruth, como es de una composicion análoga á la explicada para el tramo Polignac y en ella están muy bien estudiadas las uniones y ensambles de todas sus piezas, podria servir de modelo para la reparacion de un puente, en el que no se pudieran aproximar los apoyos ó pilas á más de 12 á 15 metros. La composicion de las vigas, sus ensambladuras y su union sobre las pilas se vé con bastante claridad en el dibujo, despues de lo explicado anteriormente al tratar de la construccion de los tramos y pilas para las recomposiciones. El corte *A* representa el número de piezas de cada viga, y su composicion; en los puntos *a* y *b* de la planta se dán detalles sobre la colocacion de las piezas.

Viaductos americanos de madera. Estos pueden servir para reemplazar los terraplenes destruidos: su carácter general es el estar formados por cepas muy unidas y equidistantes.

Para los viaductos que sólo tengan de 3 á 6 metros de altura, las distancias entre las cepas no deben ser de más de 4 metros, y su forma puede ser la representada en la figura 40 de la lámina 31; para las cepas que llegan á alcanzar 12 ó 15 metros, conviene la disposicion de la figura 41 de la misma lámina, pero se les suele dar un piso más que á éstas, y se las

liga por tres séries de cepos longitudinales, espaciados verticalmente de 3,75 á 4 metros, y se las separa una de otra á 5 metros. Segun los casos, las pilas descansan ó en zócalos de mampostería de poca altura ó en durmientes sostenidos por trozos de madera ó sobre pilotes: si se emplean éstos, bastan cuatro de ellos de $0^m,30$ de diámetro, para que las cargas que deben soportar no pasen de 23 kilógramos por centímetro cuadrado de su seccion, siempre que las pilas tengan las condiciones indicadas anteriormente.

El tablero, en todos estos viaductos, está sostenido por largueros que descansan directamente sobre los apoyos: si las cepas están espaciadas á 3 ó 4 metros, los largueros se forman de una sóla pieza de madera; cuando la separacion de los apoyos es de 4 á 6 metros, ya se necesitan emplear dos piezas unidas por medio de otra fila de traviesas que hagan el oficio de llaves. En la figura 59 de la lámina 36 se indica esta última disposicion, así como la composicion general de un viaducto. En la 60 los largueros están sostenidos por tornapuntas y sopandas, lo que permite espaciar más los puntos de apoyo, que, como se vé, están á $7^m,60$ uno de otro.

La figura 61 representa una disposicion análoga á la anterior, pero en la que se han puesto aspas entre los pisos inferiores de las pilas para sujetarlas mejor, como hay necesidad de hacer en las que tienen gran altura ó están expuestas á sufrir grandes vientos. En estos casos, ó se ligan los apoyos por cruces, ó se unen por tirantes de hierro que vayan desde el vértice de cada uno al pié de otro que esté lo suficientemente alejado, para que la inclinacion del tirante sea la conveniente.

La union de estas construcciones de madera con los taludes de las tierras de las dos orillas, se hace, como se indica en las figuras, con cepas de menores dimensiones, sin que haya necesidad de construir pilas ó estribos de mamposte-

ría, siendo suficiente el regularizar algo la inclinacion de las tierras.

VI.

Reparacion de los desperfectos ejecutados en las estaciones.

Como complemento de las reparaciones que pueden tenerse que ejecutar en las vías férreas, conviene examinar los medios rápidos de sustituir algunos de los elementos que se hayan inutilizado en las estaciones, por otros que sean fáciles de construir y de emplear.

La manera de reemplazar las piezas de los cambios y cruzamientos, se ha indicado en la página 208 y siguientes, y empleando alguno de los medios allí expuestos podrán ponerse en comunicacion las diferentes vías de servicio y principales de cada estacion.

Medios de suplir la falta de las placas giratorias. Las placas giratorias se pueden reemplazar por un bastidor de madera construido exactamente de las mismas dimensiones que tuviese la placa á quien sustituye, el cual puede formarse (figura 62), con dos largueros y cuatro traviesas, reforzándole por medio de una cruz de San Andrés, colocada en su centro: sobre el bastidor van los carriles, prolongacion de los de la vía y con la misma separacion que ésta.

Debajo de las traviesas extremas se sujetan otros carriles, como indica la figura, encorvándoles préviamente siguiendo la circunferencia de la placa; para hacer girar este bastidor, si no se tuviesen ruedas ó rodillos, pueden emplearse balas de cañon de un calibre á propósito y una de éstas puede servir tambien para sustituir al pivote central.

Para las maniobras de los vagones sólos, puede adoptarse el aparato siguiente. En el centro de la vía se coloca un perno, como eje de giro, sobre el cual se sienta una traviesa.

móvil que lleve en sus dos extremos dos pedazos de carril, espaciados como los de la vía y con una longitud mínima igual á la separacion de los ejes de los vagones: la cara inferior de esta traviesa debe quedar en el mismo plano que las cabezas de los carriles de la vía y poder girar sobre éstos de modo que los carriles que á ella van unidos se encuentren exactamente sobre aquéllos. Los vagones se colocarán sobre la traviesa por medio de calzos de madera y se les bajará del mismo modo, despues que se les haya dado la direccion que se desea.

Otro medio de cambiar la direccion de los vagones, empleado por un jefe de Ingenieros en las obras que está dirigiendo, es el siguiente: La parte fija de las placas la sustituye con un marco cuadrado de madera (figura 64), reforzado en los ángulos y cruzado en el centro por dos piezas que sostienen el eje de giro *a*. Sobre este marco se coloca un carril encorvado que sirve para dirigir el movimiento de la parte superior del aparato, quedando todo él encajado y fijo en el suelo. La parte móvil *A*, es de una composicion análoga á las de las zorras empleadas en las estaciones: sus cuatro ruedas están colocadas en direccion perpendicular á las diagonales del tablero, y sobre ella se colocan los dos pedazos de carriles que se ven en la figura; en su centro tiene un refuerzo para sostener el pivote *a*.

Puesta la placa sobre la parte fija, puede girar perfectamente y colocarse en la direccion de una ú otra vía, segun convenga.

En todo el tiempo que se ha usado no ha ocurrido ningun descarrilamiento ni se ha tropezado con la menor dificultad en el giro, y como además es sumamente fácil de armar y económica, puede ser conveniente su empleo en algunos casos.

Para un uso análogo al de las placas giratorias, podrian emplearse dos ramales de vía, construidos en la forma que

indica la figura 63, en la que las partes curvas deben tener á lo ménos 126 metros de rádio. Haciendo mover en ellas las máquinas y coches, en la direccion de las flechas, es evidente que puede cambiarse el sentido de su direccion.

Reparacion de otros elementos de las vías. Para restablecer las señales ópticas se puede emplear un vagon inútil para el servicio, al que se hará descarrilar colocándole al lado de la vía ó en un ramal de ésta, que esté fuera del paso de los trenes: á él se sujetará un mástil con los discos, faroles, etc. Tambien puede servir el mismo vagon como estacion telegráfica, dotándole para ello de los aparatos necesarios.

Los depósitos de agua destruidos, pueden reemplazarse por otros que haya en las estaciones próximas, variando los puntos de alimentacion de la locomotora, y si ésto no fuese posible, se emplearán bombas ú otras disposiciones para suplir su falta.

Embarcaderos provisionales. Cuando hay que hacer un gran trasporte de tropas y material, sucede, comunmente, que los muelles y rampas de las estaciones no bastan para los embarques, necesitándose construir muelles provisionales, para cuya instalacion se utilizan todos los materiales disponibles en las estaciones, tales como maderas, traviesas, carriles, toneles, etc.

Cuando se emplean tierras para formar la rampa ó muelle, se sostienen éstas del lado de la vía por revestimientos de madera, zarzos ó piedra seca, y la arista superior de éstos se construye, miéntras sea posible, con maderas sostenidas sólidamente por medio de piquetes enterrados en la construccion, ó con tirantes.

La longitud de estos muelles se determina segun la extension que se suponga hayan de tener los embarques, y se sitúan paralelamente á la vía que deba utilizarse, dán-

doles un metro de altura sobre ella, y un tercio de inclinacion á lo más.

Las figuras de la lámina 37 representan vários modelos de embarcaderos provisionales, cuya construccion se comprende fácilmente, y en las mismas se vé el uso que puede hacerse de cada clase de material.

La figura 1.ª indica un muelle formado por un terraplen hecho con tierra, la que está sostenida del lado de la vía por unas tablas sujetas con piquetes unidos por sus cabezas con las viguetas ó traviesas *a*. En la 2 la rampa ó muelle se compone de un tablero construido con traviesas y sostenido en su centro *c* por otras de éstas, y cerca de la vía con un bastidor formado con fuertes piquetes, clavados en tierra y sujetos por cruces ó aspas que van de uno á otro. La figura 3 representa una disposicion análoga á la anterior; pero el bastidor se compone de piquetes que sostienen un carril, sobre el que apoya el tablero de la rampa. La 4 es semejante á éstas y su disposicion se comprende á la inspeccion de la figura.

En el caso de estar las vías construidas en desmonte, en el punto donde se tuviese necesidad de hacer un embarque, los muelles deberán tener la forma indicada en las figuras 5 y 6, formando un tablero con traviesas *c* (figura 5), sostenidas por otras *a*, clavadas en el suelo y unidas en sus cabezas por largueros *b*, ó rellenando con tierra el espacio que queda entre las traviesas clavadas y el talud del terreno (figura 6), la que se sujetaria con una fila de tablas, y las traviesas con piquetes *p*, atados con cuerdas al revestimiento.

Para los embarques de las caballerías se usan rampas móviles (figuras 7 y 8), que consisten en un tablero de madera de 5^{m},50 de longitud, sostenido por un eje *b* y dos ruedas de un carro ó por un caballete *a* (figura 8); en éste se vé en *m* la disposicion del vagon en que se hace el embarque.

Reparacion de los telégrafos. A medida que avanza el trabajo de reparacion de las vías férreas, se procura la recomposicion de los telégrafos eléctricos inutilizados; pero en éstos no se pueden emplear disposiciones provisionales, puesto que una pila sólo se reemplaza por otra, y un aparato cualquiera sólo puede sustituirse por otro de la misma especie.

Se puede, sin embargo, sobre todo en los tiempos secos, restablecer provisionalmente el uso de una línea telegráfica sin emplear aisladores, atando los alambres de un modo cualquiera, ó arrollándolos sobre los postes.

Edificios provisionales. Para reconstruir los que se hubiesen quemado ó destruido, puede usarse el sistema de construccion empleado en Zimnitza por la sociedad de la Cruz roja para establecer un hospital durante la guerra ruso-turca. Este medio, que presenta tambien grandes ventajas para la instalacion de los alojamientos necesarios para el servicio de las comunicaciones militares, está basado en el empleo del carton cuero, y por lo tanto evita los trasportes de las grandes piezas de madera ó hierro que habria que usar en las otras contrucciones.

El sistema en general se compone de postes, sobre los cuales se clavan unos listones, á los que se sujetan exteriormente unos cartones embetunados y otros ordinarios al interior; además se les hace con tablas unidas, que recubran bien la construccion, una especie de zócalo de un metro de altura sobre el suelo.

Empleando obreros algo prácticos, las edificaciones hechas de este modo resultan muy abrigadas y de un precio muy reducido, y como además se construyen rápidamente y el carton embetunado se carboniza sin hacer llama, su empleo presenta mucho ménos peligro, en caso de incendio, que el de los edificios hechos con sólo la madera.

Podrian tambien formarse los muros de estos edificios

provisionales, por dos filas de tablas, cuyo intervalo se rellenaria con paja seca y muy apretada, revistiéndolos interiormente con lona gruesa de la empleada en las velas de los barcos; las cubiertas se harian con las mismas dos filas de tablas, pero revestidas exteriormente por carton embetunado.

Como en las principales estaciones, además de los edificios necesarios para el servicio de las vías, habrá necesidad de construir grandes barracas para los depósitos de municiones y víveres y las ambulancias para los enfermos, la clase de construcciones indicada anteriormente podria ser muy útil para todos estos usos.

CAPITULO TERCERO.

ATAQUE Y DEFENSA.

I.—Consideraciones preliminares.—II.—Medios de llevar á cabo las destrucciones de las vias férreas.—Ejemplos.—III.—Ataque á los puntos fortificados ó defendidos y á los trenes.—Observaciones.—IV.—Defensa.—Precauciones que deben tomarse para impedir los ataques y sorpresas.—V.—Obras de defensa que deben construirse.—Fortificacion de las estaciones.

I.

Consideraciones preliminares.

Las campañas de Italia y Alemania, la guerra civil de los Estados-Unidos y la que entre Francia y Prusia ha tenido por resultado la creacion del imperio aleman, han demostrado de un modo tan evidente las ventajas y áun la necesidad del empleo de los caminos de hierro en las guerras modernas, que es inútil aducir razones que comprueben lo indispensable del estudio, bajo el punto de vista militar, de las diferentes cuestiones que pueden presentarse al tratar de utilizarlos en las operaciones de la guerra.

En todo tiempo han prestado las vías de comunicacion servicios tan importantes á las tropas en campaña, que su posesion se ha considerado siempre como uno de los objetivos más interesantes entre los varios á que deben atender los ejércitos.

Los caminos de hierro, al sustituir y completar las antiguas vías, no sólo presentan incomparables ventajas sobre éstas, sino que puede decirse que constituyen una nueva arma de guerra que desempeña en las operaciones un papel distinto del asignado á aquellas vías en épocas anteriores, favoreciendo siempre al ejército que sepa emplearlas con mayor inteligencia y habilidad.

Las campañas citadas, en sus variados accidentes, ya en los movimientos de tropas, como el del cuerpo de ejército de Hooker en los Estados-Unidos, el cual, compuesto de 23.000 hombres y artillería, atraviesa en siete dias 2000 kilómetros, ó en construcciones como los 37 kilómetros de vía ejecutados por los prusianos para salvar el obstáculo que el campo atrincherado de Metz presentaba á sus comunicaciones, y en los que entre otras obras tuvieron necesidad de establecer un viaducto de 165 metros, y dos puentes, uno de 16 y otro de 93 metros, ó bien por la série de destrucciones y reparaciones que sufrieron los caminos de hierro de Manasee-Gap, London-hampsire y otros en la primera de las citadas guerras, han hecho ver que estas vias son en la actualidad las verdaderas líneas de operaciones y que por lo mismo su posesion será uno de los puntos en que los beligerantes han de mostrar mayor empeño, no sólo para apoderarse de las del enemigo, aprovechándolas en su perjuicio, sino, si otra cosa no es posible, procurando únicamente privarle de las ventajas que su posesion le proporciona, inutilizándoselas para los trasportes.

Con el mismo objeto, el ejército que defienda un territorio cuidará por su parte de combinar sus operaciones de manera que le permitan conservar en su poder el mayor tiempo posible sus vías férreas, de modo que los caminos de hierro serán objeto de una lucha incesante, por lo que deberán tenerse estudiados con anticipacion los medios de conservar las vías férreas propias, impidiendo que el contrario

pueda ocuparlas ó destruirlas, así como los de inutilizar las que éste posea.

Para esto se deberán tomar ántes del principio de las operaciones ciertas medidas preliminares, independientes de las disposiciones adoptadas en tiempo de paz, pues éstas, segun el sistema defensivo que se haya elegido para proteger el territorio, estarán dispuestas de un modo análogo á lo que se ejecuta con las plazas de guerra y demás puntos fortificados, y las que ahora se indican son las que deben tomarse á la aproximacion del peligro; pues sólo conociendo la importancia probable del ataque y su objeto es cuando deben escogerse los medios de evitarlo.

Medidas preventivas que deben adoptarse. Desde luego se comprende que tanto el material y útiles necesarios para la explotacion de las vías férreas y su reparacion, como el personal que se haya de ocupar de este servicio, debe estar dispuesto y preparado para poderlo emplear cuando convenga, reuniendo en los depósitos elegidos con anticipacion, cuantos medios se hayan conceptuado convenientes para estas operaciones, así como todo lo necesario para volar los hornillos preparados en las obras de arte.

El material que las compañías de ferro-carriles tienen en los depósitos que no sea absolutamente preciso para la explotacion de las vías que se crea van á estar expuestas á los ataques del contrario, debe retirarse á otras estaciones, conservando sólo en los primeros los vagones que se calcule han de emplearse en las necesidades militares, para los trasportes de tropas ó para evacuar el material que resulte de la destruccion de algun tramo de vía.

La situacion y disposicion de las vías férreas, influirá mucho en las clases de medidas preventivas que para su conservacion y defensa hayan de adoptarse.

Si la vía férrea es paralela á las líneas de operaciones probables, en este caso su extremo próximo al terreno de la

lucha será uno de los puntos más expuestos y por consiguiente uno de los que será preciso defender y vigilar con más cuidado, estableciendo en sus últimas estaciones y obras importantes, fortificaciones más ó ménos resistentes, segun las necesidades: los mismos puntos en el centro de la vía, exigen ménos precauciones, pues difícilmente serán atacados; pero si la direccion del camino de hierro, en vez de ser paralela fuese perpendicular ú oblícua á las líneas de operaciones, toda la vía estará igualmente expuesta á los ataques, y será preciso defender convenientemente todas sus estaciones y obras.

Los diversos establecimientos y talleres dependientes de las estaciones principales, serán tambien objeto de medidas agresivas por parte del ejército enemigo, por lo que deberán tambien ponerse en estado de defensa.

Las estaciones reclaman evidentemente medios de proteccion que dependen del punto en que están colocadas con relacion á las fronteras, de la importancia de las localidades en que están situadas, de la configuracion del terreno que las rodea, y sobre todo de la naturaleza de los movimientos que se tema opere el enemigo.

Las estaciones fronterizas constituyen posiciones avanzadas, cuya importancia es grande, bien se utilicen para impedir los proyectos del contrario desde que se conozca el punto por el que se propone atacar, ó para cubrir y proteger el embarque de las tropas en caso necesario. Desde el principio de las hostilidades, estas estaciones fronterizas deberán ponerse en estado de defensa, de manera que puedan ocuparse militarmente tan pronto como se sospeche que pueden ser atacadas. Si éstas se encuentran dentro del rádio de defensa de una fortaleza, evidentemente estarán protegidas por ella y no necesitarán que se construyan más obras que las necesarias para evitar una sorpresa.

Por último, contando con que será probable la destruc-

cion de alguna obra de arte de las próximas á las fronteras, deberán tenerse dispuestos los medios de repararla prontamente, así como estudiados los ramales de vía que hayan de ejecutarse para unir las propias á las que se puedan conquistar al enemigo.

Eleccion de los medios defensivos. Siendo uno de los medios de defensa la destruccion de alguna parte de la vía que impida que se pueda llegar á un punto de paso preciso ó á una construccion importante, se deberán tener cuidadosamente escogidos los puntos de esta clase que convenga inutilizar ántes del principio de las hostilidades. Sin embargo, debe observarse que será siempre preferible á destruir una obra de arte, el defenderla, protegiéndola por un pequeño puesto atrincherado si fuese preciso, á ménos que no se esté decidido á renunciar, ínterin dure la campaña, á servirse de la vía férrea ó que se haya estudiado el modo de reparar prontamente la obra.

La eleccion de uno ú otro medio de destruccion ó defensa dependerá de la mayor ó menor utilidad que puede proporcionar el conservar la vía y de los medios que esto exija. Si no se dispone de los necesarios para protegerla eficazmente, convendrá inutilizarla, y en este supuesto se examinará si se debe inutilizar alguna de sus obras ó ejecutar en la vía destrucciones parciales de modo que permitan una reparacion fácil, teniendo en cuenta para hacer esta eleccion, el grado de importancia que presente el camino bajo el punto de vista de los intereses del defensor y del agresor.

Debe tambien apreciarse si se ha de permanecer sólo á la defensiva, oponiéndose directamente al paso por la vía férrea, ó si no debe tenerse otro objeto que ponerla fuera del esdo de servir al enemigo: en el primer caso se construirán las obras defensivas que sean necesarias, y en el segundo se destruirá la vía, como se ha indicado anteriormente.

Los puntos que conviene defender por ser los más intere-

santes en la posesion de las vías férreas, son: las estaciones principales que sirvan de depósito, las extremas y aquéllas en que se reunan ó crucen varios caminos, las obras de arte y los puntos de la vía que sean de paso obligado.

II.

Medios de llevar á cabo la destruccion de las vías férreas.— Ejemplos.

Observaciones.—Dificultades que pueden encontrarse. —Un ejército que toma la ofensiva, se dirigirá con preferencia á los caminos de hierro que cubran el territorio enemigo. Por medio de reconocimientos atrevidos, ejecutados por destacamentos más ó ménos numerosos, tratará de ocupar las líneas, y sobre todo los pasos importantes, para impedir la destruccion de las vías cuya conservacion le sea necesaria, y oponerse á la concentracion del material móvil perteneciente al defensor ó para destruir las obras inútiles en las operaciones ulteriores y de las que quiera privar al adversario.

Bien sea que se proponga inutilizar una vía férrea en cierta extension ó que se quiera apoderar de alguna parte de ella, esta clase de empresas debe llevarse á cabo por medio de marchas rápidas y ocultas, con movimientos imprevistos y sorpresas, pues el éxito de la operacion será tanto más seguro, cuanto ménos pueda preverla el contrario.

La manera práctica de ejecutar las destrucciones en las vías férreas, se ha detallado anteriormente, examinando los distintos casos que pueden ocurrir y las partes de la vía que conviene interceptar. Sin embargo, el modo de llevar á cabo las operaciones indicadas para interrumpir las comunicaciones, dependiendo de las distintas circunstancias del terreno, fuerzas del enemigo, estado del país, etc., no puede su-

jetarse á reglas fijas é invariables, pudiendo únicamente decirse que éstas son una de las empresas más difíciles y arriesgadas que pueden ejecutarse en campaña.

La necesidad de penetrar en terreno ocupado por fuerzas contrarias, y que debe suponerse vigilado cuidadosamente; el tiempo que es preciso emplear para ejecutar los trabajos de destruccion, en los que puede ser necesario abrir hornillos, clavar petardos, cortar pernos, etc.; el ruido que esto produce, y lo embarazoso de trasportar los materiales ó herramientas necesarias, son graves obstáculos que se oponen al buen éxito de estas operaciones. La dificultad de ellas sería aún mayor si el enemigo tuviese protegidas sus vías férreas por obras de campaña, ó vigiladas por destacamentos, aumentando considerablemente los riesgos en el caso de tenerlas que ejecutar en país extranjero ó contrario.

Modo de preparar y ejecutar la destruccion de la via. —Los puntos que se elijan para causar en ellos los desperfectos, deberán ser una obra de arte importante, un cruce ó bifurcacion, una estacion que sirva de depósito, etc., y éstos se elegirán por su importancia efectiva ó por el interés que muestre el enemigo en conservarlos.

Para estropear ó inutilizar los caminos de hierro deben tenerse dispuestas cuadrillas de trabajadores, con la fuerza suficiente y bien organizada; en general estas operaciones deben encomendarse á un personal poco numeroso pero inteligente, al que debe agregarse algun destacamento, que será el encargado de vigilar y proteger los trabajos.

Los hombres que se elijan para esta empresa deberán escogerse entre los que compongan las secciones formadas para el servicio de las vías férreas, necesitándose gran serenidad y arrojo en el jefe encargado de llevar á cabo este servicio.

Antes de intentar una de estas operaciones, es conveniente procurarse un conocimiento exacto del terreno en que se

haya de operar, de la situacion y dimensiones de los desmontes, terraplenes, obras de arte, etc., que haya en él; debe conocerse la disposicion y método de construccion de la vía, los caminos ordinarios y bosques que haya á su proximidad, etc., para que, segun las condiciones del terreno y las disposiciones que se crea puede tomar el enemigo, calcular el tiempo y medios que hayan de emplearse y el personal necesario, así como la fuerza que deberá tener el destacamento que lo proteja.

Conviene ejecutar estas operaciones de noche y por sorpresa; bien apoderándose de los centinelas ó vigilantes de las vías, ó procurando ocultarse á su vista, no sólo para impedir que el enemigo estorbe ó dificulte los trabajos, sino para conseguir mayores resultados. Por esto, sólo se intentarán empresas de esta clase cuando se crea hay poca vigilancia en las vías férreas y las condiciones del terreno y del enemigo permitan esperar un buen éxito, no debiendo, sin embargo, confiar en él para tomarle como base de nuevas operaciones, hasta tener la seguridad de que se ha obtenido el resultado que se deseaba.

Áun en el caso de querer llevar á cabo una empresa de esta especie, no sólo por sorpresa, sino estando dispuesto á la lucha, si el enemigo tratase de impedirla, se intentará hacerla siempre de noche, por ser entónces más fácil de ejecutar y con ménos riesgo; además se establecerán siempre diferentes destacamentos escalonados desde el punto donde se sitúe la fuerza de sosten hasta el en que se ejecuten los trabajos, estando unos y otros en comunicacion por medio de señales pirotécnicas ó de otra clase anteriormente convenida.

En general, la destruccion de las vías férreas es una operacion que tiene gran importancia, por los resultados á que puede dar lugar, unas veces debilitando la defensa de una plaza por el retardo que experimente la llegada de fuerzas

que la auxilien, otras impidiendo la concentracion ó retirada del material de un cuerpo de ejército, pudiendo, como consecuencia en algun caso, apoderarse de él, y tambien porque con pequeñas interrupciones, próximas á una estacion, puede conseguir aislar las municiones, víveres ó material guardados en ella.

Ejemplos. La guerra de los Estados-Unidos en 1862, presenta vários ejemplos de desperfectos causados en las vias férreas por fuerzas de caballería, que operaban unas veces en pequeños destacamentos y otras en grandes partidas, cuyas operaciones en algunos casos llegaron á convertirse en verdaderas batallas, que sostuvieron con la fuerza encargada de defender los caminos de hierro.

En la lucha entre Francia y Prusia se ejecutaron tambien algunas de estas destrucciones, siendo una de ellas la verificada por los prusianos y que describe Martner, capitan de Estado Mayor, en esta forma:

«En la noche del 18 al 19 de Julio se recibió la órden en Saarbruck para destruir el viaducto situado entre Haguenau y Sarreguemines, con objeto de inutilizar esta línea, paralela á la frontera. Los hulanos del 7.º regimiento se presentaron todos voluntariamente para acometer esta empresa, eligiéndose entre ellos 30, que á las órdenes de un teniente partieron durante la noche para Deux-Ponts, en donde se les unieron un ingeniero y un arquitecto. En Neunkircken se reclutaron algunos minadores arrojados, y al dia siguiente, despues de puesto el sol, emprendieron todos la marcha, llevando algunos carros con las herramientas y útiles necesarios.

La vigilancia de los puestos franceses impidió toda tentativa en esa noche y la siguiente, por lo que se retiró el destacamento, contentándose con reconocer detenidamente las posiciones.

Estos dos dias se emplearon por el personal civil en bus-

car caballos y adiestrarse en su manejo, volviendo á partir á caballo y sin carros en la noche del 23.

Miéntras los hulanos sorprendieron los puestos franceses evitando su accion, los ingenieros preparaban los hornillos, que al poco tiempo volaron, consiguiéndose la destruccion de la obra.

Al mismo tiempo, otro grupo de hulanos empleaba la dinamita para destruir un trozo de vía férrea, como lo efectuó, retirándose todos al galope, sin perder ni un sólo hombre, cuando llegaban las tropas francesas atraidas por la explosion.»

Otra operacion del mismo género ejecutada por los franceses, describe el citado oficial, si bien en este caso el país era favorable y no se podian temer los peligros que en la anterior.

El 22 de Enero de 1870, 250 franco-tiradores, sorprendiendo el puesto de la estacion de Fontenoy, cortaron un puente de siete arcos sobre el Moselle, en el camino de París ó Strasbourgo. Esta interrupcion en la línea de operaciones más importante de los alemanes, era muy grave, y hecha algunos dias ántes hubiera causado grandes perjuicios para el sitio de París; pero como se habia rehabilitado el dia anterior la circulacion por el camino de hierro de Metz á Reims, pasando por Mézieres, no tuvo importancia alguna.

Estos ejemplos, y otros que pudieran citarse de las mismas guerras, demuestran la manera de crear obstáculos á la marcha del enemigo por sus vías y el valor que éstos pueden tener si se sabe escoger el momento más conveniente para ejecutarlos: en todos los casos las destrucciones se limitaron á causar interrupciones en las vias férreas, destrozando por medio de la dinamita algunos carriles, ó colocando petardos para romper alguna viga de un puente, y los trabajos se efectuaron por sorpresa, condicion indispensable para

que pueda esperarse algun resultado de la arriesgada comision que se confia á un personal tan poco numeroso.

III.

Ataque á los puntos fortificados ó defendidos y á los trenes.— Observaciones.

El ataque á viva fuerza de los reductos ó blockhaus que defienden los pasos importantes de las vías férreas, entra en las condiciones generales de todos los hechos de armas de esta clase, y por lo tanto nada nuevo puede decirse acerca de éstos.

La importancia que se dé á la posesion de una de estas obras, dependerá, no sólo de su situacion como punto táctico relativamente al terreno en que esté construida, sinó de la que puede prestarle la vía férrea que defiende, y bajo este supuesto se determinarán las condiciones del ataque: si la operacion que debiera ejecutarse fuese atacar un cuerpo de ejército ó division que ocupase parte de una vía férrea, las condiciones del terreno y las ordinarias de estas luchas, son las que marcan el plan de la accion, pudiéndose únicamente aconsejar que se siga cuando haya necesidad de avanzar la direccion del camino de hierro, procurando, sin embargo, no alejarse demasiado por él para que se pueda hacer la retirada en buen órden.

El general Grant, en la guerra de los Estados-Unidos, habia adoptado este método, que casi siempre le dió buen resultado, pues marchando hácia el contrario constantemente sobre la vía, aseguraba de este modo su posesion.

Ataque á los trenes. Por medio de señales falsas hechas por el telégrafo, ó por las de los empleados de las vías si se cuenta con ellos, puede impedirse por algun tiempo la marcha de los trenes.

Un pequeño destacamento emboscado en la caseta de un guarda ó en otra próxima al camino de hierro, puede, haciendo las señales que indican que la vía está interrumpida, hacer detener un tren, y conseguido esto, inutilizar la locomotora para impedir su marcha.

Si se dispusiera de gente decidida que arrojase bombas ú otros proyectiles al paso de los trenes, podria tambien por este medio impedirse su marcha, y teniendo establecidos destacamentos próximos á la vía y en lugares ocultos, se podria aprovechar el desórden causado por el descarrilamiento para apoderarse del tren ó batir las tropas que éste pudiera conducir, cayendo sobre ellas sin dejarles tiempo de reponerse ú organizarse.

Los puntos favorables para estas operaciones, se presentan naturalmente en los desfiladeros y en los lugares próximos á los bosques y túneles, porque en ellos se pueden preparar las emboscadas en excelentes condiciones.

Podria creerse que sería ventajoso establecer, próximos á las vías, puestos análogos á los anteriores, con objeto de inquietar la marcha de los trenes dirigiendo un fuego de fusilería ó artillería contra ellos; pero se ha visto que los convoyes sufren poco y avanzan generalmente bajo una lluvia de proyectiles sin experimentar grandes pérdidas. Esto se ha observado en la guerra de América, donde los beligerantes atacaban fuertemente los trenes de este modo y casi nunca lograron detenerlos, y además se ha confirmado en la campaña de 1870-71. En ésta, una vanguardia prusiana colocó varias piezas en batería sobre una elevacion situada entre Fresnois y Donchery con objeto de batir el camino de hierro de Mézières á Sédan, y aunque hicieron fuego contra los trenes desde el 21 de Agosto de 1870, no produjeron resultado alguno de importancia.

La causa de esto procede de que los disparos de la artillería contra un blanco movible no pueden precisarse bien;

sin embargo, no es conveniente deducir de aquí que deba renunciarse en absoluto á ataques de este género, porque algunas veces se ha logrado con ellos un gran resultado. Como ejemplo de esto puede recordarse el obtenido con un tren compuesto de ocho vagones, en los que se trasportaba por el camino de hierro de Savannach-Charleston, infantería y artillería del ejército del Sur en América. Al llegar este tren cerca de la estacion de Manasas, en la cual se encontraba apostado, á las órdenes del coronel Barton, un destacamento de 150 hombres del ejército del Norte, con un obús de 12 centímetros, fué recibido con descargas de fusilería y artillería, las que produjeron desde la primera un desórden tal, que gran número de oficiales y soldados cayeron de los coches y otros muchos murieron al saltar sobre la vía estando el tren en marcha.

En la guerra ruso-turca fué abandonada la estacion de Djurjewo, que se encontraba bajo el fuego de las baterías de Roustchouk, y el punto extremo en que se detenian los trenes que venian de Bucharest era Fratesti; sin embargo, hasta que se instaló el depósito de agua en esta estacion, las locomotoras debian ir á alimentarse á Djurjewo, y aunque esta maniobra se hacia miéntras era posible de noche y sin linternas, á pesar de esto dos locomotoras fueron alcanzadas por los proyectiles disparados desde Roustchouk y sufrieron grandes averías.

Durante la campaña de 1870-71, los alemanes han desplegado mucha más habilidad, inteligencia y arrojo que sus adversarios en esta clase de operaciones. Como ejemplo de esto puede citarse lo ejecutado por los prusianos, que al llegar á Chalóns enviaron un pequeño destacamento para cortar la vía al otro lado de la estacion, é impedir la marcha de un tren de 80 vagones que estaba preparado para salir y que por este medio conservaron en su poder. En cambio una patrulla francesa que encontró cerca del Loira una

locomotora con la que unos oficiales alemanes ejecutaban un reconocimiento, se entretuvo en dirigir contra ella unos disparos que no causaron efecto, en vez de cortarles la retirada, como pudieron hacer levantando algun carril, para impedir que retrocedieran, movimiento que se ejecutó con éxito.

En todo lo que precede no hay sino indicaciones generales, que son evidentemente las únicas que pueden darse sobre un objeto tan variado y en el que todo depende de las eventualidades: el problema de que se trata es extremadamente complejo y reclama mucha habilidad por parte de los jefes encargados de su solucion; además, es imposible trazar las reglas que hayan de seguirse en casos de esta clase, siendo sí conveniente estudiar los numerosos ejemplos de ataque y defensa de los caminos de hierro que se detallan en várias obras, particularmente en las narraciones sobre la guerra separatista de América.

IV.

Defensa.—Precauciones que deben tomarse para impedir los ataques y sorpresas.

Conocida la clase de operaciones que han de intentarse contra los caminos de hierro, deben estudiarse los medios que ha de emplear el ejército encargado de defenderlos, para oponerse á ellas.

En la defensa de las vías férreas hay que considerar dos casos principales: ó bien se querrá únicamente protegerlas contra los ataques de los destacamentos aislados, ó se procurará quitar al enemigo los medios de emplear los caminos que se abandonen, bien destruyéndolos ó defendiéndolos con alguna obra de fortificacion.

PRIMER CASO.—**Modo de vigilar los caminos de hierro.** —En el primer caso, hay que tener en cuenta que los prin-

cipios á que debe atenderse, son mucho ménos precisos para el defensor que para el que ataca; porque el uno puede dirigir las operaciones hácia un objeto determinado de antemano, haciendo falsas maniobras para engañar al contrario, miéntras que éste ha de vigilar por todas partes: es decir, que el agresor puede obrar, en tanto que el defensor deberá estar preparado para oponer una resistencia eficaz en toda la extension de vía que debe defender.

Por muy bien estudiadas que estén las disposiciones que se tomen para asegurar la posesion de las vías férreas, no siempre será posible protegerlas completamente en todos los puntos de su desarrollo, por lo que deberá ejercerse en ellas una vigilancia muy activa y bien organizada, con objeto de conocer los proyectos del enemigo con la anticipacion suficiente para impedirle que los lleve á cabo.

Las tropas encargadas de esta vigilancia deberán dividirse en vários destacamentos que se situarán en los puntos más importantes, en los que cuando el caso lo reclame, se tendrán á disposicion del oficial que mande el puesto, locomotoras prontas á trasportar, al primer aviso, á los puntos amenazados el personal y material necesario.

Cuanto más extensa sea la línea, mayor será el número de destacamentos que se necesiten; pero para ejercer la vigilancia conveniente, no es indispensable extender ésta á todo el desarrollo de la vía que haya que proteger: tampoco bastaria situarse sobre ella exclusivamente y defender los puntos principales; las mejores disposiciones, unidas al mayor celo, serian inútiles si se olvidase el vigilar cuidadosamente los caminos y carreteras próximas á las vías. Esta vigilancia no será muy difícil ni penosa cuando las vías están en país amigo; pero las precauciones que deben tomarse en las vías férreas situadas en territorio enemigo, serán mucho mayores y la vigilancia ha de ser mucho más activa y minuciosa.

Miéntras se conserve el uso de las señales telegráficas, tan abundantemente dispuestas en todos los países, las tentativas del agresor deberán ser conocidas del defensor, el que podrá de este modo acudir con sus fuerzas á los puntos amenazados. A falta de señales pueden emplearse correos y peatones, que con este objeto convendrá tener siempre preparados.

Es poco probable que el contrario se aventure hasta el punto de enviar sus convoyes por las vías que haya conquistado, ó que crea abandonadas, ántes de haberlas reconocido en toda su extension con una locomotora, ó de haber asegurado su posesion por un ataque decisivo; por esto casi siempre se enviarán fuertes destacamentos para reconocer y batir los alrededores de los caminos, ántes de emplearlos: la defensa deberá oponerse á estas medidas ofensivas, lo que no se conseguirá sino por medio de una vigilancia muy activa y contínua.

Teniendo que defender los caminos de hierro del Sur y del Oeste contra la caballería durante el sitio de Petersburgo, los confederados mantenian constantemente en Richemond, trenes cargados con el personal y material necesario para efectuar prontamente las reparaciones de las vías. Las locomotoras estaban encendidas á todas horas y podian enviarse los trenes al punto amenazado desde el momento que el telégrafo anunciaba la existencia de cualquier desperfecto.

La organizacion de estos depósitos de personal y material, que son los encargados de reparar las pequeñas destrucciones que se causan en las vías férreas, es una medida de las que tienen más importancia en esta clase de operaciones militares.

En la defensa como en la ofensiva, la caballería, á causa de la rapidez que puede dar á sus movimientos, debe ser la encargada de guardar los caminos de hierro que haya á

retaguardia del ejército y la que examine los contornos de las vías expuestas á los ataques. Alguna vez será útil agregar á los destacamentos de esta fuerza alguna pieza de montaña.

SEGUNDO CASO.—En el segundo caso, que ocurrirá cuando se tenga que preparar una retirada confiando en que se podrá volver á tomar la ofensiva, habrá que destruir ó fortificar algunos puntos ú obras de las vías.

En estas destrucciones debe cuidarse de no inutilizar por completo las obras que despues se quieran aprovechar, limitándose tan sólo á crear algunos obstáculos en la vía.

Para los túneles, si se trata, por ejemplo, de uno que se encuentre bajo la accion de los fuegos de la defensa, podria ser suficiente el cerrar sus entradas de modo que se impidiera por el momento la marcha del invasor, ganando así el tiempo que reclamen las operaciones; pero si sucediese que el túnel que se quiere inutilizar estuviese situado fuera de la zona activa de la plaza y en una posicion favorable á las empresas del enemigo, se procurará cerrar tan completamente el paso como sea posible, por medio de tierra, piedras ú otros objetos.

En los puentes y viaductos, la mayor parte de las veces bastará levantar en parte ó por completo el tablero, y rara vez será necesario destruir sus pilas ó estribos; sin duda alguna se apelará á este último recurso si, operando en un país extranjero, se abandona una vía sin esperanza de recuperarla; pero cuando el país es amigo, las condiciones son muy diferentes y reclaman que se tengan en cuenta otros intereses, que en el caso contrario no hay motivo alguno que obligue á atenderlos.

Respecto á la clase de obras de defensa que en este segundo caso deben construirse, y en la eleccion de los puntos que hayan de fortificarse, se tendrán presentes las observaciones que se detallan á continuacion:

V.

Obras de defensa que deben construirse.—Fortificacion de las estaciones.

Antiguamente las comunicaciones eran poco numerosas y se podian establecer en sus puntos principales obras de fortificacion importantes con el objeto de defenderlas; pero el número de vías férreas que en todos los países existe hoy, no permite crear las plazas fuertes necesarias para su custodia, y como las ventajas de la posesion de las comunicaciones ha aumentado considerablemente, de aquí que sea necesario variar el sistema de defensa de estas líneas de operaciones, siempre bajo la proteccion de las plazas fuertes.

El trazado de todos los caminos de hierro se estudia teniendo ya en cuenta las condiciones estratégicas que para su defensa son necesarias, y por lo tanto, al tratar de las obras defensivas que en cada vía deben construirse, sólo habrá que atender á las condiciones tácticas de cada uno de sus puntos, y bajo este aspecto es como debe estudiarse la cuestion.

Por la configuracion del terreno que atraviesa una vía férrea, puede ésta adquirir una importancia táctica mayor que que la tendria en circunstancias ordinarias, si se saben aprovechar sus accidentes para crear disposiciones ventajosas á la defensa, por lo que se examinarán estas circunstancias para sacar el mejor partido posible de ellas, practicando, por ejemplo, en los terraplenes ó en las crestas de los taludes de las trincheras, emplazamientos para la artillería ó escalones por donde la infantería pueda subir, utilizando de este modo las obras de la vía en sus movimientos ofensivos. Tambien en algunos casos podrian servir de parapetos los terraplenes, y á su abrigo organizarse una buena defensa.

Cuando la fortificacion de alguno de los puntos de las vías no tenga otro objeto que proteger los preparativos que se hagan en ellos para la destruccion de alguna obra de arte, deteniendo al enemigo durante el tiempo necesario para asegurar la explosion de los hornillos ó la conclusion de los desperfectos que se quisiesen ejecutar, bastará construir en estos puntos blockhaus convenientemente dispuestos para batir el terreno próximo. En algunos casos estos blockhaus podrian hacerse con carriles tomados de algun ramal de una vía próxima, y adoptando alguno de los diferentes tipos que para ello se presentan en todos los tratados de fortificacion.

En el caso en que se tenga que defender una obra de arte de gran importancia que convenga conservar, sus fortificaciones deberán ser mixtas ó permanentes, y tener un desarrollo que esté en relacion con la importancia de la obra que defiendan. Además deberán estar dispuestas de manera que permitan oponerse al paso por la vía, ofreciendo una posicion favorable para el combate, y una proteccion eficaz para la retirada: es decir, que deben ser tales, que permitan verificar la destruccion de la vía que defienden cuando sea necesario, y que se dilate el mayor tiempo posible la necesidad de recurrir á este extremo, á fin de poder usar la línea hasta el último momento.

Entre los puntos que merecen una atencion especial para colocar en ellos estas defensas, se encuentran las bifurcaciones, las que se procurará destruir siempre ántes de abandonarlas; algunas veces, sin embargo, podrá ser conveniente defenderlas con empeño, lo que se hará cuando el enemigo deba experimentar más dificultades para salvar este obstáculo que para restablecer la comunicacion por él.

Conviene tambien fortificar los puntos que se encuentren próximos á las trincheras ó desfiladeros muy escarpados, pues dominando éstos, en general, el terreno de al rededor, impedirán que el enemigo ejecute alguna destruccion en

las obras que se quieran conservar; los emplazamientos que se elijan para estas fortificaciones serán los que dominen completamente los pasos obligados y ocupen posiciones tales, que el enemigo no pueda evitar su obstáculo, por vías de union fáciles de construir.

Hay que tener en cuenta en la eleccion de estos puntos que no conviene aumentar demasiado el número de fuertes que se construyan, á fin de no diseminar las fuerzas que hayan de defenderlos, y por esto en cada vía deberá hacerse un estudio detenido de los que se hayan de fortificar.

El general Brialmont, en su obra sobre la fortificacion con fosos secos, presenta un modelo de fuerte adoptado en Prusia para la defensa de las vías férreas cuando se dispone de pocas fuerzas y de algunas piezas de artillería.

Segun este autor, las condiciones á que debe atenderse son:

Disminuir en lo posible el número de fuertes; construirlos de manera que puedan defenderse con pocos hombres y cañones, y ponerlos, miéntras sea posible, al abrigo de una sorpresa, aunque la intenten fuerzas muy superiores en número.

Su accion sobre el terreno exterior, debe dejarse únicamente á la artillería, y para que esta accion sea eficaz y que un pequeño número de hombres basten para la defensa, se emplearán piezas de grueso calibre y se las establecerá de modo que el enemigo no pueda desmontarlas desde léjos.

Las otras condiciones á que deben satisfacer los fuertes son las siguientes:

1.ª Escoger para ellos un emplazamiento desde donde se descubra bien el terreno que les rodea.

2.ª Entre los puntos que satisfagan esta condicion, dar la preferencia al que el enemigo tenga más dificultad en evitar, por ejemplo, la entrada de un valle profundo, la proximidad

de un túnel ó de una parte de vía que pase por un terreno pantanoso.

3.ª Construir en ellos alojamientos bien ventilados para la guarnicion y almacenes en número suficiente para los víveres y municiones.

4.ª Hacer de modo que el enemigo no pueda destruir, ni áun de cerca, con artillería de campaña, las defensas del fuerte.

5.ª Batir eficazmente el glásis y defenderle por medio de torpedos, abrojos y otras disposiciones que impidan que el enemigo se aloje en él.

6.ª Evitar las sorpresas de noche, empleando hachas de viento y otros medios de iluminacion que hagan que se vea distintamente todo lo que ocurra en el fuerte en un rádio de 150 pasos.

Fortificacion de las estaciones. Las estaciones son uno de los puntos más importantes de los caminos de hierro, y de los que más conviene defender, sobre todo cuando son de depósito ó cabeza de línea, ó están establecidas en un punto en que se cruzan várias vías.

Bajo el punto de vista militar, hay que considerar en ellas dos cuestiones, que son: su importancia como elemento para la explotacion, por encerrar los aparatos, talleres, máquinas y todo el material, que es indispensable conservar intacto para asegurar el servicio de trasportes; y abstraccion hecha de su valor, como posicion estratégica, su importancia táctica bajo el punto de vista de las construcciones que suelen encerrar ordinariamente y que podrán servir para hacer desde ellas una defensa vigorosa.

Para esto, segun su posicion, se clasifican las estaciones por su proximidad á las fronteras ó su situacion al interior y porque se encuentren ó nó dentro de el rádio de accion de las fortificaciones. Unas y otras reclaman evidentemente en sus medios de resistencia, disposiciones particulares que

dependen del objeto bajo el que se les examina, y del papel que deben jugar en la defensa á causa de la posicion que ocupan.

En las estaciones fronterizas, es donde serán más necesarias las obras de campaña, para ponerlas al abrigo de las sorpresas ó de un ataque á viva fuerza.

Con respecto á las estaciones principales que no estén directamente defendidas por obras de fortificacion, deberán siempre en ellas tomarse las medidas defensivas que exijan, ó á lo ménos se tendrán preparadas con objeto de disponerlas en caso necesario, y miéntras éste llega, no deberá olvidarse el ocuparlas con destacamentos y vigilarlas con patrullas.

Si se quieren conservar las estaciones con un objeto puramente estratégico ó táctico, sin tener en cuenta sus cualidades con relacion al servicio de explotacion, no se ocupará de ellas para las defensas más que el recinto y los puntos favorables para esto, y aún se podrá, para aumentar su poder defensivo, utilizar si es preciso el material del camino de hierro, fijo ó móvil, que se tenga á mano; pero si en lugar de considerarlas bajo este punto de vista, se tuviese como principal objetivo que proteger los medios de explotacion, se procurará ante todo defender el interior de las estaciones y el material que encierran.

En este caso, si el terreno se presta á ello, las medidas defensivas deberán llevarse fuera de los límites de las estaciones, las cuales no serán consideradas sino como un reducto interior, del que se procurará alejar los fuegos del contrario el mayor tiempo posible, á fin de proteger eficazmente las diversas dependencias, el material y los importantes recursos que encierran.

Si las estaciones ofrecen á su proximidad buenas posiciones, desde las que se pueda batir el terreno que conduce hasta ellas, se las deberá ocupar militarmente. Algunas veces será necesario proteger estas construcciones por obras

de campaña, situadas miéntras sea posible sobre la misma vía, para defender ésta y el terreno que las rodea, y en este caso las que se ejecuten estarán combinadas de manera que puedan cubrir el interior de la estacion, batir la vía y las dos vertientes del talud cuando éste esté en terraplen, sin lo que podrian favorecerse las movimientos del enemigo.

En todos los casos, para la fortificacion de estos puntos se aplicarán los principios del arte militar que se emplean para la defensa de las construcciones aisladas ó grupos de casas. Convendrá rodear las estaciones de cercas ó cerramientos sólidos, como muros aspillerados, si se tiene tiempo de construirlos, empalizadas, etc., y se colocarán barricadas ó se harán cortaduras anchas y profundas en las calles y caminos que den acceso á ellas, á fin de aislarlas y defenderlas mejor.

Por último, excepto en las estaciones que tengan alguna importancia, debida á su posicion, no se emplearán nunca en ellas sino fuerzas poco considerables: los preparativos se arreglarán bajo estas bases y en hipótesis de que se ocuparán únicamente por infantería, á ménos de que no se exprese que se las puede dotar con alguna pieza de artillería.

Defensa de los trenes. Respecto á las disposiciones que deben adoptarse para impedir los ataques de que se ha visto pueden ser objeto los trenes, bien durante su marcha ó al llegar á su destino, debe observarse que la primera precaucion que hay que tomar, es el impedir que corran los trenes por las vías férreas cuyo estado no sea bien conocido, ó sin llevar una locomotora que explore el camino que haya de seguirse.

Los disparos de fusilería ó artillería que pueden dirigirse contra el tren, se evitarán aumentando la velocidad de la marcha, para escapar pronto á la accion de los fuegos, y si esto no es posible por estar interceptada la vía, ó por miedo á otros peligros, se deberá detener el tren para hacer salir

por las portezuelas opuestas á las del lado del ataque, á las tropas que aquél conduzca, las que, resguardadas por los coches, podrán prepararse para el combate.

Con el mismo objeto de impedir los ataques á los trenes que trasporten material ó efectos de guerra, se les hará acompañar por destacamentos de infantería que puedan defenderlos y librarlos de las emboscadas que se preparen á su paso por las estaciones.

TERCERA PARTE.

TELÉGRAFOS EMPLEADOS EN LAS VÍAS FÉRREAS.

CAPITULO PRIMERO.

MATERIAL DE LAS LÍNEAS Y ESTACIONES TELEGRÁFICAS.

I.—Idea en general de los telégrafos eléctricos.—II.—Material de las líneas telegráficas.—Herramientas y útiles empleados en ellas.—III.—Material de las estaciones de telégrafos.—Manipulador y receptor.—IV.—Conmutador.—Timbre.—Pararayos, etc.—V.—Pilas eléctricas.

I.

Idea general de los telégrafos eléctricos.

Definiciones. Los aparatos telegráficos usados en las vías férreas están fundados en la accion de las corrientes eléctricas sobre las agujas imantadas y en la imantacion momentánea que producen las mismas corrientes en el hierro dulce, ó sea en los electro-imanes.

Una *corriente eléctrica* es una produccion contínua de electricidad que se obtiene por la union especial de dos metales, como el zinc y el cobre, por ejemplo, puestos en contacto, dentro de un vaso de arcilla ó cristal, por medio de un líquido acidulado.

El conjunto encerrado en este vaso se llama *elemento* ó *par*, á causa de ser dos los metales empleados siempre en él.

Una *pila* se forma con uno ó vários de estos elementos

unidos. La que se compone de vários de ellos, cuando ha de servir para la trasmision de las señales telegráficas, se dispone de manera que el cobre del segundo elemento esté unido al zinc del primero, el cobre del tercero al zinc del segundo, y así sucesivamente: de este modo se tiene siempre, cualquiera que sea el número de pares que se empleen, un zinc á un extremo de la pila y un cobre al otro extremo.

Estos dos puntos se llaman *polos*, y al correspondiente al zinc se le dá el nombre de *polo negativo*, y de *positivo* al del cobre.

Ya sean uno ó vários los pares que forman cada pila, para que la produccion de la electricidad tenga lugar, es menester que sus polos positivo y negativo, es decir, los extremos correspondientes al zinc y al cobre, estén en contacto. Esta reunion se opera por medio de un alambre ó hilo metálico que se fija por un lado al primer zinc, y por otro al último cobre.

Colocado el alambre de este modo se dice que el *circuito está cerrado*. Circuito es el camino que recorre la electricidad desde que sale de la pila hasta que vuelve á ella ó pasa á la tierra.

Si en vez de reunir los polos de la pila con un hilo metálico cualquiera, se hace que comuniquen los dos con la tierra, pero separadamente, tambien se produce la corriente eléctrica, pues en este caso la tierra hace las veces del alambre y cierra el circuito.

Cualquiera que sea la distancia que medie entre los dos puntos de comunicacion de la pila con la tierra, la produccion de electricidad tiene siempre lugar, y por esta causa se dice que la tierra sirve de *depósito comun* á la electricidad que pasa por los alambres unidos á los dos polos.

Si se hace que comunique con la tierra únicamente el polo negativo de la pila y se une al positivo un alambre que sea lo suficientemente largo para llegar sin interrupcion

hasta el punto en donde convenga que comunique con el suelo, la electricidad de la pila trasladada á este punto reproducirá en él las señales que por su medio se obtienen. Estos alambres, que trasmiten las corrientes eléctricas, son los llamados *conductores ó hilos telegráficos.*

Un *electro-iman* es un iman eléctrico, es decir, un iman que no adquiere sus propiedades sino cuando está sometido á la influencia de una corriente eléctrica, y las pierde en cuanto ésta cesa. Se compone de dos barras de hierro dulce ligadas una á otra por otra del mismo metal, plana ó encorvada, y de modo que entre las tres constituyen una sola pieza de forma de U. Cada una de las ramas de esta U está colocada dentro de un cilindro ó carrete de cobre, en el cual entra ajustada. Al rededor de estos cilindros hay arrollado un alambre de hilo de cobre muy fino, forrado perfectamente de seda para que no puedan estar en contacto unas vueltas con otras en los miles de vueltas que con él se dan sin interrupcion sobre el carrete.

El conjunto de estos cilindros con los alambres y las piezas en U de hierro, toma el nombre de *bobina* del electro-iman. *Armadura* de éste se llama á otra pieza de hierro dulce que se coloca frente á los extremos de la U y que puede ser atraida cuando se hace pasar una corriente por los alambres de la bobina.

Los dos extremos de los hilos que forman la *bobina* se dejan sin forrar y la punta por la que empiezan á arrollarse está en contacto con el cobre del carrete, aumentando su adherencia con él por una lámina delgada de laton que se sujeta y comprime sobre el alambre por sus primeras vueltas: de este modo las dos ramas de las bobinas no forman para la corriente eléctrica sino una sola, puesto que están ligadas por el hierro en U, y si se lleva por medio de un conductor la corriente de una pila á uno de los extremos libres de los alambres, ésta recorrerá todas las vueltas del

hilo del primer carrete, pasará al segundo, y recorriéndolo tambien, saldrá por el otro extremo.

Trasmision de las señales. Cada vez que la corriente atraviesa así la bobina, trasforma las dos barras de hierro dulce que hay en su centro en un iman, y en cuanto deja de pasar cesan de estar imantadas estas piezas. Miéntras las barras están imantadas, tienen todas las propiedades de los imanes naturales y por lo tanto pueden atraer como éstos los cuerpos metálicos: esto supuesto, si en *A* (figura 1, lámina 38), se coloca una pila y en *E*, á la distancia que se quiera de *A*, un electro-iman, en comunicacion con aquélla por los alambres conductores *B C*, poniendo en *D* una armadura de hierro dulce mantenida por un resorte *F* situado á poca distancia de los extremos del electro-iman, cada vez que la corriente producida por la pila pase por la bobina de *E*, ésta atraerá la armadura *D*, estirándose el resorte *F* que la sujeta.

Los resortes colocados en esta disposicion se llaman *resortes antagonistas*, porque deshacen los efectos del iman, volviendo la armadura á su posicion normal.

Si se producen en el punto *A* alternativas de emision é interrupcion de la corriente por un medio cualquiera que haga que dejen de estar en comunicacion los dos polos de la pila, ó sea cerrado el circuito, la imantacion de *E* cesará y despues se reproducirá de nuevo, siguiendo las mismas fases que la corriente. El resorte *F* en cada una de estas intermitencias, obrará para atraer la armadura durante los períodos de interrupcion, y por lo tanto, se tendrá así el medio de producir en ésta una série de movimientos arreglados, en duracion y número, á las alternativas de la corriente: de este modo se pueden reproducir en el punto *E* las señales hechas en el *A*.

Para poder trasmitir y recibir estas señales, hay necesidad de tener: 1.°, una pila que produzca la corriente eléc-

trica; 2.°, un aparato que sirva para interrumpir esta corriente á voluntad y enviarla en la direccion conveniente; 3.°, hilos metálicos ó alambres conductores que liguen los puntos en que se trasmiten y reciben las señales; 4.°, un aparato que reciba éstas y las marque.

El conjunto de estos aparatos de trasmision y recepcion, de los conductores de la electricidad y de las pilas, etc., es lo que constituye el telégrafo eléctrico.

Aparatos telegráficos usados en las vías férreas. Aplicando un sistema de relojería á los electro-imanes, se ha formado el telégrafo de cuadrante, que es el que se usa para trasmitir y recibir las señales en las estaciones de los caminos de hierro. Estos aparatos consisten, en general, en un reloj, cuyo péndulo se reemplaza por la armadura de un electro-iman y en cuya esfera van marcadas, en vez de las horas, las letras del alfabeto y 26 ó 28 números, empezando por el 1; si en estos aparatos se dán una série de impulsiones á su armadura, por medio de emisiones sucesivas de electricidad, la aguja del reloj repetirá sobre su esfera las alternativas de parada y movimiento operadas en el punto desde el cual se hacen las señales, con lo que se concibe fácilmente que establecida la uniformidad inicial entre la graduacion del aparato de partida y el de llegada de las señales, podrá el que las recibe leer, una despues de otra, todas las letras marcadas por el que las trasmite.

La comunicacion de la electricidad de las pilas á estos aparatos de trasmision y recepcion, se hace por medio de alambres que van de uno á otro; pero como la electricidad que pasa por ellos se perderia si estos conductores tocasen en algun punto con la tierra ó con objetos puestos en comunicacion con ella, deben *aislarse*, colocándolos de modo que en toda su extension no toquen con materias por las cuales la electricidad se propague, lo que causaria una *derivacion* ó pérdida en la corriente.

Los alambres se aislan sujetándolos en los puntos en que hay necesidad de sostenerlos, de un modo especial y con materias malas conductoras de la electricidad, como el cristal y la porcelana.

Todo el material que entra en la composicion de las diferentes partes que constituyen los telégrafos indicados, se divide en dos secciones clasificadas con los nombres de *material de la línea* y *material de estacion*, constando una y otra de los efectos y aparatos que se describen en las páginas siguientes.

II.

Material de las líneas telegráficas.—Herramientas y útiles que se usan en ellas.

Conductores. La comunicacion telegráfica entre dos estaciones de las vías férreas se verifica por medio de corrientes eléctricas, trasmitidas por alambres sostenidos á alguna distancia de la tierra y aislados del contacto de los objetos que podrian ponerlos en comunicacion directa con el suelo.

Los hilos metálicos ó alambres que se usan en las líneas telegráficas, son de hierro de buena calidad para que permitan que con ellos se hagan, sin que se rompan, los nudos y empalmes que necesitan llevar; tienen de $0^m,003$ á $0^m,005$ de diámetro, empleándose generalmente cuando la línea es muy corta el de $0^m,003$; en las comunicaciones ordinarias el de $0^m,004$, que es el que existe en casi todas las líneas de España; y en las líneas muy importantes y de largos trayectos aislados, y en los puntos en que los hilos están muy expuestos á los humos y gases industriales, el de $0^m,005$.

Todos estos alambres están *galvanizados*, es decir, recubiertos por una capa de zinc, que los preserva de la oxidacion, la cual los destruiria rápidamente sino se resguardasen

de este modo. Deben tambien estar recocidos, por ser así más flexibles y manuables y prestarse mejor á los empalmes; sin embargo, á veces, cuando las distancias entre sus puntos de apoyo son muy grandes, se emplean los que están sin recocer, porque su resistencia es mayor.

El alambre de 0^m,004 de diámetro, debe pesar 10 kilógramos por cada 100 metros de su longitud, y su resistencia debe ser tal que pueda sostener á lo ménos un peso de 450 kilógramos colgado de uno de sus extremos, y ántes de romperse por un esfuerzo de extension debe poderse alargar 0^m,2 por metro de su longitud.

Estos hilos telegráficos ó conductores, empleados en España, se traen del extranjero en gruesos rollos que tienen de 400 á 500 metros de alambre; y como la longitud de las líneas telegráficas suele ser de mucha extension, habrá necesidad de empalmar algunos rollos entre cada dos estaciones, para lo que se emplea un hilo de hierro más delgado llamado *alambre de atar*.

Para los trayectos de la línea que pasan por dentro de los túneles, se usan alambres de hilo de cobre cubiertos de guttapercha, y como ésta no conserva su poder aislador sino cuando está privada del aire y la luz, se la recubre con una envuelta de plomo, cuyo diámetro es poco mayor que el del alambre, ó se le forra con una cinta de algodon alquitranado. La causa de emplear en estos puntos conductores distintos de los ordinarios, es porque éstos no resistirian bien las variaciones de temperatura y las alternativas de sequedad y humedad que causan las filtraciones que hay en ellos.

La union de los conductores de la línea con los aparatos de las estaciones telegráficas, se verifica con un alambre de cobre de 0^m,002 de diámetro, forrado de seda, algodon alquitranado ú otra materia aisladora de la electricidad.

Pruebas de los alambres. Su diámetro puede medirse directamente ó con una hilera ó calibrador (figura 20), que

tiene sus agujeros marcados en milímetros; la calidad de su galvanizado se prueba arrollando un pedazo de alambre al rededor de otro, con lo cual no debe descascararse la capa de zinc; tambien se prueba sumergiéndolo en una disolucion de sulfato de cobre, compuesta de una parte en peso de esta sal, para cinco de agua, y retirándolo al cabo de un minuto; con un papel de filtro se quita el depósito negro y pulverulento que se forma en la superficie del alambre, el cual se vuelve á sumergir durante otro minuto y se le limpia como ántes, repitiéndose esta misma operacion hasta que el depósito de cobre de su superficie tome un color rojo brillante; si esto se consigue ántes de la cuarta inmersion, el galvanizado es incompleto, y si sólo se obtiene despues de la sexta, es prueba de que la capa de zinc es demasiado gruesa, lo que no es conveniente, pues su espesor se obtiene á espensas del diámetro de hierro, perdiendo por tanto resistencia el conductor si con un mismo grueso su capa de zinc es mayor.

Postes y palomillas. Se llama poste á la percha ó madero que, clavado en tierra á lo largo del trayecto de la línea telegráfica, lleva colgados en su parte superior los alambres conductores.

En general, los postes son de dos clases, designados con los nombres de *primera* y *segunda* dimension: los de primera tienen una longitud de 8 metros, $0^m,18$ de diámetro á $1^m,50$ de su extremo inferior y $0^m,12$ hácia el superior; éstos se colocan en los pasos á nivel y en los puentes que haya sobre los caminos de hierro, con objeto de que los alambres queden en ellos á la altura suficiente para que no los toquen los carruajes que pasen por debajo.

Los postes de segunda dimension son los que se emplean generalmente para construir la línea telegráfica, y tienen 6 metros de altura, y $0^m,12$ y $0^m,08$ de diámetro respectivamente á $1^m,50$ del extremo inferior y cerca del superior. Estos

diámetros serian insuficientes si el número de hilos que hubiesen de sostener fuese considerable, por lo que en Inglaterra los postes que se emplean cuando el número de alambres que hay que colgar de ellos no llega á diez, son los que tienen $0^m,127$ de diámetro á lo ménos en su extremo superior y los de $0^m,152$ en pasando de este número de hilos.

Todos ellos se hacen de pino, roble, castaño y olmo, empleándose las maderas preparadas contra la putrefaccion por medio de inyecciones metálicas, ó al natural cuando sean de buena calidad y se hayan cortado en la estacion conveniente: en este caso deben usarse sin corteza y bien limpias para preservarlas de los gusanos: los postes (figura 2) conviene que sean rollizos, perfectamente derechos y redondos, sin grietas, hendiduras, nudos profundos, ni vetas sesgadas, desde el extremo superior hasta $1^m,50$ del inferior, cantidad en que se clavan en tierra. Se emplean sin labrar, terminándolos en su parte superior por un chaflan ó superficie cónica.

Los troncos derechos y redondos son los que llenan mejor las condiciones que deben tener para la mayor solidez y duracion de la línea telegráfica: tambien se pueden admitir los postes encorvados, si la curvatura es uniforme y no tiene más de $0^m,16$ de flecha en los de primera dimension, y de $0^m,10$ en los de segunda.

Los preparados con inyecciones metálicas duran de 12 á 15 años, y los que no lo están hay que renovarlos cada 10 años á lo ménos.

En algunas líneas se suelen usar postes de hierro ó fundicion, colocados sobre una base de esta última materia empotrada en un macizo de mampostería; estos postes en su parte superior llevan unos trozos de madera de igual diámetro que el suyo, el cual sirve para aislar mejor los conductores.

La ventaja de los postes de hierro sobre los de madera es

su mayor duracion, pero se usan poco porque su precio es excesivo.

En los túneles los conductores se colocan á veces sobre escarpias (figura 3) de las diversas formas indicadas en *a*, *b* y *c*, clavadas en los arranques de las bóvedas ó en unas cajas abiertas en la mampostería. Tambien se suelen emplear *palomillas* de madera, las cuales se componen ordinariamente de un liston *m n* (figura 4), de una longitud proporcionada al número de alambres que hayan de llevar, el que se clava á la pared por cuatro barras de hierro horizontales *a*, *b*, *c* y *d*.

Otra forma que puede darse á estas palomillas, es la de una T, en cuyo caso se apoyarian los hilos en el brazo principal. Tambien suelen hacerse de hierro laminado cubierto con un barniz negro bituminoso.

Estas palomillas sirven además para sujetar los hilos de la línea á las paredes exteriores de los edificios, cuando la línea telegráfica tenga que pasar cerca de alguno de éstos.

Aisladores. Para sostener los hilos telegráficos sobre los postes, se interponen entre éstos y los alambres unas piezas construidas con materias aisladoras de la electricidad, á causa de que la madera de los postes podria dar paso á las corrientes, si los conductores tocasen en ella, pues si bien cuando la madera está seca es mala conductora, cuando se moja, como le sucede con las lluvias, ó cuando está inyectada de sustancias metálicas, no lo es, y empleando los aisladores se evitan las derivaciones por los postes, áun en los tiempos húmedos.

Las materias aisladoras que se emplean son el cristal, la porcelana, la guttapercha y el caoutchouc endurecido, y aunque el cristal sea el más conveniente bajo el punto de vista de la aislacion, como es muy frágil, condensa más rápidamente que la porcelana el vapor de agua, y se emplea, casi generalmente, la porcelana vidriada para construir los soportes aisladores.

Estos aisladores de porcelana tienen en general la forma de un casquete ó campana (figuras 5 y 7 á 12) cuya concavidad se coloca mirando al suelo y de este modo se impide que el agua de lluvia se deposite en ellos, y se consigue que queden las corrientes que pasan por los alambres aisladas de los postes.

Los aisladores se dividen en varias clases, llamadas de *suspension*, ó del número 1; de *retencion*, ó del número 2, y de *ángulo*, ó número 3: en las dos primeras, el aislador se compone de dos partes esencialmente distintas, que son: la *campana*, y el *gancho ó armadura*.

El representado en la figura 5, es un aislador ordinario, formado por una campana de porcelana blanca, que lleva en su medio una ranura ó collar y que el centro tiene una cavidad, en la cual se introduce la armadura, que es un gancho de alambre galvanizado, terminado en forma de anillo abierto; este gancho se clava de modo que al colgar de él el alambre conductor, no toque éste en la porcelana.

El aislador se sujeta sobre el poste con una brida ó estribo (figura 6), formado por una tira de palastro muy delgada, que se clava á la madera con unos tornillos de cabeza redonda.

La figura 7 indica otra forma de aislador de la misma clase que el primero, al que es muy semejante, diferenciándose de él en que tiene dos orejas *a a* en vez de la ranura, para que se le clave sobre los postes: por si las orejas se rompen, lo que no es frecuente, se suelen atar además con tiras de palastro, de un modo análogo á lo que se hace con los anteriores.

Como del espacio hueco de la campana depende la mejor ó peor aislacion de los alambres, las dimensiones que convienen para ésta, segun se ha observado, son $0^m,09$ de diámetro y $0^m,04$ de profundidad.

Otra forma de aislador que tambien se suele emplear, es

la de la figura 8; en éste el hilo telegráfico se cuelga del gancho *g*, y el aislador se clava por medio de un clavo que se pasa por el agujero *o*.

Los indicados en las figuras 2 y 9, 10 y 12, son los que modernamente están más en uso y con los cuales se van reemplazando los anteriores en todas las líneas, segun se vá necesitando hacer reparaciones en ellas. En los aisladores 2 y 9, el conductor se coloca sobre éllos, en el hueco que queda entre su cabeza y el resalto *a*; en los 10, que son dos semejantes, pero distintos, uno representado en corte y el otro en vista, el alambre se introduce en la ranura que se vé indicada; y en el 12 se pasa el conductor de un modo análogo á como se hace para el 9.

Todos estos aisladores se diferencian de los antiguos en que el alambre vá sobre ellos, y en su centro, en vez de la armadura, se clava el gancho ó tornillo con que se sujetan sobre los postes, lo que se hace de uno de los diversos modos que se ven detallados en las figuras ó con un soporte de hierro galvanizado, unido al poste por sí mismo (figuras 10 y 12), ó por dos tornillos de cabeza cuadrada (figuras 2 y 9).

Los aisladores de retencion son los que se emplean cuando los ordinarios no pueden resistir la tension ó peso de los alambres de la línea; éstos son tambien de porcelana como los anteriores, y tienen una forma (figura 11) casi igual á la de aquéllos, aunque de mayores dimensiones: su armadura, en vez del anillo, es como se vé en *a*, con objeto de que el alambre conductor se arrolle en ella, dándole una vuelta.

Pueden ser tambien de la forma de los de las figuras 9, 10 y 12; entónces el conductor, ó se arrolla á la cabeza del aislador (figura 9), ó á la garganta de los de la figura 10, ó se ata como se vé en *a* (figura 12) del lado opuesto del poste, haciendo la ligadura con alambre de atar.

Estos aisladores de retencion se colocan en la línea á la distancia uno de otro de medio kilómetro próximamente;

además, conviene ponerlos en todos los postes en que hay cambio de direccion ó de nivel en los alambres, y en las entradas y salidas de las curvas de pequeño rádio.

Tambien pueden usarse como aisladores de retencion dos aisladores ordinarios clavados á un soporte de dos ramas de hierro galvanizado (figura 9), atando los alambres de la línea sobre cada uno de ellos y uniendo los dos por otro pedazo de alambre. Esta disposicion es la que se emplea cuando hay que establecer una estacion telegráfica intermedia á otras dos que haya en la línea.

Para los postes de ángulo, es decir, para los que se colocan en los cambios bruscos de direccion de los alambres, se usan como aisladores los de la figura 13, los cuales llevan en su medio una ranura profunda, ó más bien una cavidad de forma oval *o*, en donde se coloca el hilo conductor.

Por arriba y por abajo tienen un taladro ó agujero con el objeto de dar paso á los tornillos que los sujetan al poste y se usan cuando los ángulos que formen los alambres sean de ménos de 170 grados, pudiendo emplearlos tambien para reemplazar á los del número 1 ú ordinarios. Para los ángulos pueden servir tambien los de las figuras 10 y 12.

Ántes de emplear los aisladores se deben examinar y ver si tienen grietas, para lo que habrá que levantar el barniz de algunos de ellos. Tambien se les ensaya sumergiéndolos durante algunas horas en una disolucion de ácido sulfúrico ó en agua salada, poniendo despues el hierro del soporte en contacto con uno de los polos de una fuerte pila y el líquido de la disolucion con el otro polo, cuidando de que atraviese este circuito un *galvanómetro*, aparato que se indica más adelante. Si la aguja de éste se desvía, los aisladores tienen algun defecto que los inutiliza.

El mastic que se emplea para clavar la armadura á la campana del aislador, se compone de tres partes de azufre y una de limaduras de hierro, cuya mezcla se hace con fuego

de poca llama para que no se encienda el azufre: con este mastic se llena en caliente la cavidad del aislador y se sujeta el gancho, manteniéndolo perpendicularmente sobre aquél hasta que la mezcla se ponga dura.

Puede tambien usarse como mastic, el azufre sólo, ó una soldadura formada con 100 partes en peso de plomo y 10 ó 12 de estaño, ó el cáñamo impregnado de aceite de linaza ó de alquitran. Algunas veces se emplea tambien para esto la escayola amasada con cola fuerte, y con esta mezcla es con la que se suelen unir los aisladores de las figuras 9, 10 y 12 á sus soportes.

Tensores. Tienen por objeto mantener tirantes los alambres conductores para que no cuelguen ó se enreden; se dividen en *tensores fijos* y *tensores volantes*. Los volantes son los que no están sujetos á los aisladores y se componen de un bastidor de palastro (figura 14), que en su centro tienen un cilindro de hierro con un eje corto y grueso, el cual puede girar sobre sí mismo y está unido á una rueda dentada *b* que se fija en la posicion que se quiera por un fiador *e*. El cilindro de fundicion tiene un agujero *c*, en el que se introduce el alambre de la línea, y haciendo girar el tensor con una llave, se arrollará sobre él el alambre sin que pueda desenvolverse por su propia tirantez ó peso, á causa de que se lo impedirá la rueda sujeta por el fiador.

Estos aparatos se colocan en la línea de kilómetro en kilómetro.

El tensor fijo (figura 15), se compone de dos tensores volantes unidos entre sí por una barra de hierro, y sujetos por otra á un aislador de retencion algo mayor que los ordinarios. Este aislador lleva una armadura de la forma que se indica en *b* figura 11, ó como se vé en la 15, y en ella entra la parte *a* de la barra que une el tensor, sujetándola á la misma por medio de un pasador á propósito.

A pesar de que en estos tensores los alambres de la lí-

nea quedan cortados para que puedan entrar en los agujeros *n* de los cilindros, no por eso se interrumpe la comunicacion, pues la electricidad pasa de un cilindro al otro por la barra del tensor.

Herramientas y útiles que se emplean en la construccion de las líneas.—*Entenalla.*—Este instrumento (figuras 16 y 17) sirve para agarrar y sujetar los alambres, cuerdas ú otros objetos análogos. Se compone de dos brazos de hierro *a b* que giran al rededor de un eje, y que pueden separarse ó aproximarse el uno al otro, apretando ó aflojando la tuerca del tornillo *p*. Con objeto de poder hacer á mano bastante presion en los brazos de la entenalla, la tuerca tiene las dos aletas que se ven en el dibujo. La de la figura 16 tiene un mango para sostenerla en la mano y la de la 17 el anillo que se vé en *d*.

Aparatos de tender ó trócolas. Se forma este aparato (figura 18) por la combinacion de dos entenallas *a* y *b* y de dos ó várias poleas *f d*, apareadas y unidas á las entenallas por los ganchos de su armadura y entre sí por la cuerda *c*: ésta está dispuesta de modo que tirando de ella por su extremo, se acercan las dos partes *a* y *b* del aparato.

El uso de éste lo indica su nombre, y sirve no sólo para tender el hilo, sino para verificar los empalmes con facilidad.

Las *tenazas* llamadas de anudar, tienen la forma marcada en la figura 19, y se componen de dos ramas *a* y *b*, unidas y movibles al rededor del punto *d*. Cada brazo tiene hechas unas entalladuras, de tal modo, que uniéndolos, como aparece en la figura, resultan los agujeros v, v', v'', los que deben tener un diámetro pequeño para que puedan agarrar los alambres telegráficos. En una de sus ramas llevan una argolla *m*, y en la otra terminan por un apéndice *p* que tiene varios dientes.

Estas tenazas sirven para sujetar los hilos, para lo cual

se mete su extremo en uno de los agujeros, y con objeto de que no se escape se introduce la argolla en el diente correspondiente de *p*, segun el diámetro del hilo.

La *hilera ó calibrador* es un instrumento de hierro (figura 20), el cual sirve para medir el grueso de los alambres, y puede sustituir á las entenallas para sujetar los hilos cuando sea preciso, pasando los alambres por uno de sus agujeros, y retorciendo su extremo sobre él.

La *horquilla* (figura 21), es una lanza de madera de 3 metros, con una punta de hierro en un extremo, y una horquilla *b* en el otro, cuyas ramas se separan $0^m,030$; se emplea para montar los hilos sobre los aisladores, y en caso necesario puede reemplazar interinamente un poste, clavándola en el suelo.

Barras de hierro. Su objeto es preparar los agujeros para clavar los postes: cuando el terreno es muy duro se emplea la de la figura 26, lámina 39, que es una barra de minador, y si el suelo fuese blando, se usa la de la figura 24, que tiene un metro de larga y termina en su parte inferior en un refuerzo en forma de pera.

Cazos. Para sacar la tierra de los agujeros abiertos para clavar los postes, se emplea la herramienta indicada en la figura 25, cuya forma y nombre son los expresados.

Trepadores (figura 22). Sirven para subir á la parte superior de los postes, conservando libres las manos, á fin de poder reemplazar los aisladores rotos ó arreglar los alambres que no se hallen en la posicion debida. Su solera *A* se sujeta á la planta del pié por medio de una pieza de cuero *C* y las correas *B*.

Además de estas herramientas se usan *alicates*, *destornilladores*, *barrenas*, *berbiquies*, *martillos*, *limas* y *llaves ordinarias é inglesas*, de la misma forma que las empleadas en carpintería.

Para clavar y sentar los postes, se necesitan *pisones*, y

para anudar y colgar los alambres, *escalas* de 4 y 6 metros, unas de una pieza y otras divididas por su mitad, y *hornillos de plomeros*, empleándose tambien para diferentes usos *hachas* y *azuelas*, *serruchos* y *mazos de madera*.

En las estaciones telegráficas conviene que haya un *destornillador*, un *punzon* ó *lesna* y algunos instrumentos de relojería para las pequeñas composturas.

Los clavillos, aisladores, martillos, etc., se trasportan á los puntos de obra en *sacos de cuero*, llamados *de trabajo*, y en *bolsillos de trabajo* (figura 23), tambien de cuero ó lona, se llevan las herramientas pequeñas, como alicates, tenazas, tijeras, cuerdas, papel de lija y demás útiles necesarios para la inspeccion y reparacion de las líneas. Estos bolsillos tienen sus correas para colgarlos con objeto de que puedan llevarse con facilidad.

III.

Material de las estaciones telegráficas.—Manipulador y receptor.

Material de las estaciones telegráficas. Se designa bajo este nombre á todos los efectos empleados en las estaciones, y que sirven más ó ménos directamente para la trasmision y recepcion de los despachos telegráficos.

Los aparatos usados con este objeto en las vías férreas, no son únicamente los que reciben las señales que se trasmitan y los que se emplean para efectuar la trasmision. Además de éstos y de las pilas que sirven para producir la electricidad, son necesarios, para el buen servicio de las estaciones telegráficas, algunos otros aparatos.

Generalmente los detalles del servicio no permiten á los empleados estar constantemente cerca de los receptores, que marcan las señales, para ver las indicaciones hechas por sus

colocan otros tantos números, siguiendo desde el 1 al 27, reemplazando el 10 por un 0, y dejando entre el 1 y el 27 el espacio de la cruz.

El disco ó cuadrante está cortado al exterior por una série de entalladuras, las cuales corresponden cada una á una de las letras y á la cruz, lo que dá un total de 28 dientes ó resaltos al rededor del disco.

Una manivela *M*, articulada en el centro del cuadrante sobre un eje *N*, con el cual puede girar arrastrándolo en su movimiento, lleva en su cara inferior un boton ó diente metálico que puede entrar en las entalladuras del disco y por lo tanto poner éste en comunicacion eléctrica con una rueda que hay debajo de él, que es la que se vé rayada en la figura y que vá unida al eje *N*. Esta rueda tiene hecha en su espesor una ranura ó garganta de forma sinuosa, que presenta catorce partes cóncavas y otras tantas convexas: en esta garganta entra una ruedecilla *a* unida al extremo de una palanca que gira al rededor del punto *V* y que está empujada por el resorte *r* para mantener siempre la polea *a* apoyada sobre la rueda sinuosa.

Cada vez que ésta gire, la polea seguirá las inflexiones de la garganta de la rueda, para lo cual la palanca tiene que moverse al rededor de *V*, y por lo tanto su otro extremo, al que vá unida una lámina metálica muy delgada, pasará alternativamente de tocar el tornillo *R* al *P* y del *P* al *R*.

Al rededor de la plancha de madera que sostiene el disco de laton, se ven fijados vários botones, á donde vienen á unirse los alambres correspondientes á los otros aparatos de las estaciones ó de la línea telegráfica; además hay otros dos *p*, entre los que se vé la tira metálica que lleva grabado en su superficie *comunicacion directa*.

Todos estos botones están aislados unos de otros por la madera del aparato, y no hay entre ellos más comunicaciones metálicas que las indicadas por las líneas de puntos en

la figura, y las que pueden establecerse por las lengüetas *n*, que se mueven con el mango *m* y pueden tocar, segun convenga, á los *p* ó á los botones del timbre y línea.

El centro de oscilacion *V* de la palanca, comunica con el boton *p*, como se vé por la línea de puntos, y el boton *A*, correspondiente al conductor de la línea telegráfica, con el eje de giro de la lengüeta *n*, de modo que poniendo ésta sobre el boton *p* se comunicarán los *V* y *A*.

El alambre conductor pasa de *A* á los aparatos de la otra estacion, con la que se esté en correspondencia, y trasmitirá á ésta las corrientes, pues el circuito quedará cerrado cada vez que la palanca toque en *P*.

De la descripcion hecha resulta que cuando se quiera trasmitir un despacho, suponiendo que la electricidad producida por una pila se lleva por el alambre correspondiente á su polo positivo al boton *P'*, y que se pone el polo negativo en comunicacion con la tierra, este aparato funcionará del modo siguiente: Cuando el operador, cogiendo la manivela por su mango *M* la hace girar, girará tambien la rueda sinuosa y la polea hará que la palanca toque los tornillos *R* ó *P*, segun vaya pasando por una parte entrante ó por una saliente de las de la garganta; las sinuosidades de ésta están dispuestas de manera que cuando la manivela toca en los rebajos correspondientes á los números impares del disco, la palanca lo hace en el tornillo *P*, y si entra en los pares, en el *R*.

Cuando la manivela se coloque sobre un número par ó sobre la letra que corresponda á él, la disposicion del aparato es la que representa la figura, tocando la palanca al tornillo *R*, y como la corriente de la pila no puede pasar de *P*, por estar abierto el circuito, habrá una interrupcion en la corriente eléctrica emitida á la línea conductora.

Con esto se vé, que en cada vuelta completa de la manivela, á causa de las oscilaciones de la palanca *V D*,

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Este manipulador difiere algo del representado en la figura 27, pues tiene sólo 25 letras y otros tantos números, y la forma de la palanca y sus contactos es distinta, siendo estos dos modelos los que más se emplean.

Cuando desde una estacion hubiera que trasmitir á más de tres, situadas sobre distintas líneas, se usarian dos ó más manipuladores.

Receptor. Este aparato es el que sirve para recibir los despachos telegráficos trasmitidos desde otra estacion á aquella con quien se quiere comunicar: su forma es como la que representa la figura 28. En el centro de un disco circular hay una aguja, de talco ó mica, fijada al eje de una rueda de escape *Z* de un mecanismo de relojería. Próximas á la circunferencia del disco están marcadas las mismas letras y números que en el manipulador, quedando un espacio libre entre el 1 y el 27, en el cual hay un taladro por el que se puede dar cuerda al aparato con una llave.

Esta máquina de reloj sólo puede andar cuando lo permite el tope de una varilla *V* unida por unos resortes y tornillos á la armadura *A* de un electro-iman *E* puesto en comunicacion con una pila.

La figura 30 representa el interior del aparato, que tambien se vé en el corte de la 28: el alambre arrollado en el electro-iman *E*, está unido por su extremo exterior á los casquillos ó botones *c* y *c'*, los que están en comunicacion con los *C* y *C'* por planchas metálicas que hay colocadas bajo el tablero del pié. Las dos bobinas del electro-iman están sujetas por medio de la barra trasversal *b b'* y el tornillo *T* sirve para hacer avanzar ó retroceder las barras de hierro dulce que hay dentro de aquéllas, y que pueden resbalar en el interior de sus bobinas, para fijarlas á la distancia conveniente de la armadura *A*, con objeto de que puedan atraer á ésta cuando se imanten por el paso de la corriente eléctrica.

Esta rueda de escape es doble, es decir, que está compuesta de dos iguales, con catorce dientes cada una, y unidas alternándolas de modo que los de la una ocupen el hueco intermedio de dos de la otra, con lo que se forma una sola rueda que tiene 28 dientes: éstos son los que vienen unos detrás de los otros á chocar contra la paleta de escape cuando ésta se pone en movimiento por las oscilaciones de la armadura *A*.

Cada vez que pasa la corriente por el electro-iman, atraerá su armadura, la que hará mover la paleta, y ésta en su oscilacion dejará escapar un diente de la rueda *7*, la cual recorrerá de este modo $\frac{1}{28}$ de su circunferencia, y hará pasar la aguja de talco de una letra á otra.

Miéntras continúe pasando la corriente, la armadura no se separará del electro-iman, ni la paleta de escape dejará mover á la rueda *7*; pero si se interrumpe el paso de la electricidad, el resorte atraerá á la armadura que queda desimantada, ésta moverá la paleta, y el movimiento de relojería hará andar la rueda de escape, de la cual pasará sólo otro diente, porque la paleta en su nueva posicion chocará con uno de la mitad posterior de las dos de que se compone la *7*: de esta manera se vé que á cada paso y á cada interrupcion de corriente, la aguja indicadora avanza sólo una letra, pero siempre en el mismo sentido, y si se hubieran empezado á marcar las letras desde la cruz, el primer paso de la corriente habria señalado la *A*, la primera interrupcion la *B*, una segunda emision la *C*, y así se continuaria.

Conocido esto, si se supone que comunican el manipulador de una estacion con el receptor de la otra, y que estos dos aparatos están con su manivela y aguja sobre la cruz, al pasar la manivela del manipulador sobre cada letra irá trasmitiendo é interrumpiendo la marcha de la corriente, y por lo tanto la aguja del receptor se irá deteniendo sobre su cua-

durante en las mismas letras en que lo haga la manivela del manipulador en el suyo.

Para que el aparato funcione con regularidad, es preciso que á cada semioscilacion de la armadura A avance la aguja una division completa, es decir, que su movimiento se verifique con facilidad. Para esto es necesario que la paleta de escape tenga la suficiente amplitud para pasar de una parte de la rueda dentada á la otra; pero como si esta amplitud fuera muy grande podria la paleta pasarse del plano de las ruedas sin poderlas por tanto detener, y como su movimiento es producido por el de la armadura, de aquí que haya que regular la amplitud de las oscilaciones de ésta, haciendo que los tornillos que las limitan tengan la separacion conveniente.

El tornillo T y el resorte antagonista r son los que sirven para regular estas oscilaciones, segun sea la intensidad de la corriente emitida por la pila.

Para poder poner sobre la cruz la aguja g del aparato, por ser esta señal el punto de partida de todos los despachos telegráficos, tienen los receptores una disposicion especial, por medio de la cual, apretando sobre el boton S (figuras [illegible]), se lleva la aguja á esta posicion sin necesidad de que la mueva la corriente. Esta disposicion consiste en que al apretar sobre el boton S, la presion que en él se produce se trasmite por una varilla [illegible] (figuras [illegible]) al eje que lleva la [illegible] paleta de escape, y se le hace bajar, de modo que queda esta paleta sin poder engranar en los dientes de la rueda de escape; esta quedará libre y podrá moverse hasta que un tope que con este objeto lleva, choque con otro tope m (figura [illegible]) unido al eje. La disposicion de estos está arreglada de tal manera, que cuando se ponen en contacto y detienen á la rueda de escape, la aguja g queda sobre la cruz.

Libre ya el boton S de la presion de la mano, el re-

sorte *Y* obliga al eje á que vuelva á su posicion normal, no pudiendo girar más la rueda *z* porque la detendrá la paleta de escape al volver á engranar con sus dientes.

En algunos receptores la aguja no se mueve por la accion de la corriente sino por la de un pedal que hay colocado en su parte interior, y el cual, por medio de una palanca acodada, obra sobre la armadura y la aproxima ó separa del electro-iman.

En otros modelos, la rueda de escape es sencilla y sólo tiene catorce dientes; pero en este caso el eje unido á la armadura lleva dos paletas situadas en planos diferentes, y cada vez que la rueda se mueve, choca uno de sus dientes con una de las paletas, la que la detiene, y al mover de nuevo la armadura del electro-iman el eje de las paletas, vuelve á girar la rueda hasta que choca con la otra de éstas: á la semioscilacion siguiente de la armadura, pasa á detener la rueda la paleta primera, y así sucesivamente, de modo que á cada oscilacion de la armadura la rueda gira $\frac{1}{14}$ de vuelta y $\frac{1}{28}$ á cada semioscilacion.

IV.

Conmutador.—Timbre.—Pararayos, etc.

Conmutador. Este aparato se compone de un disco de madera (figura 32, lámina 40) guarnecido de tres ó más planchas de cobre *b*, *c*, *d*, *e*, sobre las que se puede llevar, segun se desee, una lámina ó lengüeta *N* del mismo metal, movible, sobre el centro del disco, por medio de un mango *M*.

La plancha *b* llega hasta el eje del aparato, de modo que la lengüeta *N* comunica metálicamente con ella: á esta plan-

cha es á la que se sujeta el alambre conductor de la línea, por medio de un boton *b* que lleva un tornillo; en las otras planchas *c*, *d*, *e* se unen del mismo modo los alambres que comunican con el timbre, el manipulador y el pararayos, y cuando en una estacion se reciban los conductores de várias líneas, deberá el conmutador tener más planchas que las indicadas, con objeto de poderlos ligar todos con los aparatos de la estacion.

Los dos tornillos *a a'* que se ven en la figura, sirven para sujetar este aparato sobre la mesa en que se colocan todos los demás de la estacion.

Para trasmitir los despachos telegráficos hay que poner la lámina de cobre en comunicacion con el boton correspondiente al manipulador, y cuando cada estacion termina de recibir, pone el conmutador en la direccion del timbre, para que éste avise cuando haya de recibirse otra comunicacion. Un conmutador análogo sirve para poner la corriente de la pila en comunicacion con los aparatos, y como las pilas están dispuestas de modo que puedan emplearse en la trasmision mayor ó menor número de sus elementos, segun convenga, los botones de este aparato tienen números que corresponden al empleo de las corrientes producidas por 10, 15 ó 20 pares de la pila, y poniendo la lengüeta sobre el boton que se quiera, se podrán enviar las corrientes de la intensidad que se dese.

El conmutador *bávaro* (figura 33) consiste en una placa gruesa de cobre cortada en tres pedazos p, p', p'', uno de ellos *p* del largo de la placa y de la mitad de su ancho, y los otros como resultan de dividir por su mitad la otra media placa. Antes de hacer la primera division se abren los agujeros *a* y *b*, los que corresponden al centro del corte que despues se le dá á lo largo y quedan separados por él.

Las tres piezas, que formaban una sola, se unen con tornillos, sobre otra pieza de caoutchouc endurecido, en la

misma posicion que tenian ántes de cortar la placa: la separacion entre las p, p', p'', debe ser $0^m,002$.

La parte mayor p, puede comunicar con cada una de las otras, introduciendo en el agujero que hay entre ellas, una clavija de cobre *M*, la que es hueca y está cortada en sentido de su longitud, para que obre como resorte y éntre bien ajustada en los agujeros.

Dos tornillos *m* y *n* sirven para fijar el aparato sobre la mesa, como en el otro conmutador.

Los botones colocados cada uno sobre uno de los tres pedazos de la placa, sirven para atar á ellos los alambres de los aparatos, poniendo en el p el alambre de la línea telegráfica, y en los p' y p'' los del timbre y del manipulador.

Cuando haga falta comunicar con más de una línea, el conmutador que se empleará tendrá cinco piezas en vez de tres, y á ellas se unirán los hilos necesarios.

Otra forma de conmutador bastante empleada es la conocida con el nombre de *conmutador suizo* (figura 34). Este consiste en una plancha de madera, guarnecida en una de sus caras por láminas de cobre colocadas horizontalmente, y en la otra por otras láminas puestas verticales; en el punto de cruzamiento de todas ellas, llevan unos agujeros que se indican en las figuras, y en los cuales puede introducirse una clavija metálica *M*, que unirá entre sí las láminas horizontales y verticales. Estas tiras metálicas se unen al marco de madera por tornillos, á los que vienen á parar los alambres que sirven para establecer las comunicaciones entre las líneas y los aparatos, y segun el agujero en que se ponga la clavija *M*, así comunicará cada línea con uno de éstos, ó la estacion con la línea que se quiera.

Timbre eléctrico. La parte principal de estos timbres es un electro-iman *A* (figura 36) parecido al del receptor, y fijado sólidamente sobre una de las paredes de la caja que se vé en el dibujo. La armadura de este electro-iman es de

[illegible]

[illegible] extremo [illegible] extrem[illegible] [illegible] punto [illegible] que co[illegible] [illegible]

[illegible] un comunicaci[illegible] [illegible] cuand[illegible] [illegible] comunicacion [illegible] [illegible] es[illegible] [illegible] por s[illegible] [illegible] sin que [illegible]

Este movimiento de vaivén de la armadura, será tanto más veloz cuanto menor sea el espacio que ella tenga que recorrer entre el resorte *R* y el electro-iman.

Arreglando convenientemente esta separacion, se puede obtener un movimiento de vaivén muy rápido, el que comunicado al martillo *m* que vá unido á la armadura, hará que este golpée rápidamente en el timbre.

Para que funcione un timbre de esta clase, basta con que se haga pasar una corriente por *L*, y se ponga el boton *G* en comunicacion con la tierra.

Todos los timbres no están construidos bajo el mismo modelo expresado, pero si bien sus detalles varían, el circuito interior es el mismo.

En algunos modelos, la armadura y su resorte de contacto están montados de un modo fijo, y para graduar su distancia al electro-iman se puede destornillar una placa á que éste vá unido, y que se clava en la caja en el sitio que convenga, arreglando su separacion por medio de tanteos, en los que se vá acercando ó separando el electro-iman á la armadura.

En otros modelos, el electro-iman es el fijo, y para arreglar el timbre, puede variarse la posicion de la lámina metálica á que vá unido el martillo.

Tambien se arregla la separacion que debe existir entre el martillo y el timbre, apretando ó aflojando un tornillo que atraviesa la cabeza de aquél y forma su punta.

Pararayos. Los pararayos generalmente usados son los que se indican en la figura 37.

En *M* tienen un pequeño conmutador de tres lengüetas *a*, *a'*, *a''*, de las cuales la *a'*, ó sea la del centro, está en contacto con el eje *M*, con el cual se mueven todas ellas á la vez por medio de la manija de madera que se vé en el dibujo.

Este eje comunica con la línea telegráfica por el boton

L, y la tira metálica indicada por la línea de puntos que vá de *L* á *M*: las otras dos lengüetas *a*, *a''*, se comunican entre sí.

El conmutador puede tomar las tres posiciones distintas marcadas respectivamente por los botones *p*, *t*, *s*, y cuando la lengüeta *a'* toma la posicion *p*, la corriente que llega de la línea al boton *L*, pasa á *M*, y de aquí al boton *p* y á la plancha metálica dentada *P'*; desde élla, por la comunicacion indicada con la línea de puntos, á la esfera *n'*, compuesta de dos mitades que se comprimen entre sí por medio de un tornillo; de esta esfera parte un hilo metálico muy delgado que vá á la otra esfera *n*, la cual es idéntica á la anterior; este hilo está descubierto sólo en sus extremos, y forrado de seda en la parte que pasa por el tubo intermedio *m*, el cual es de cristal ó madera. De esta disposicion resulta que por dicho hilo llegará la corriente á *n*, y de ahí pasará al boton metálico *q*, donde apoyará la rama *a* del conmutador, y siguiendo la corriente á la otra lengüeta *a''*, que está en comunicacion con ésta y que quedará sobre *s*, pasará por este boton y la línea metálica indicada por puntos al tornillo *A*, que comunica con el hilo del aparato. De esta descripcion se desprende que en esta posicion del conmutador, la corriente pasa por el hilo capilar que hay encerrado en el tubo *n n'*, y si se rompe dicho hilo, como este tubo comunica con la tierra, puede quedar establecida una comunicacion directa al suelo por el contacto del hilo con el tubo.

Como se comprende, en las posiciones *s* y *t* de la lengüeta *a'*, la corriente eléctrica no pasa por el hilo *n n'*. Si la rama del conmutador toma la posicion de tierra, es decir, se coloca sobre el boton *t*, como éste comunica con la placa dentada y ésta con el hilo de tierra, la corriente recibida de la línea marchará directamente al suelo por la rama y el boton citado. En la posicion de *a'* sobre el boton metálico *s*, la corriente de la línea marcha directamente al aparato receptor, como se vé,

por la comunicacion que hay establecida entre dicho boton y el tornillo del cual parte el hilo del aparato.

El alambre que hay entre *n* y *n'* es de hierro, de $0^m,0011$ de diámetro, y está colocado en un carrete ó bobina de madera. En el caso de que ocurra una descarga eléctrica violenta, el alambre, que por ser tan delgado presenta una gran resistencia al paso de la electricidad, se funde é interrumpe el circuito, preservando así los aparatos y la estacion entera de los efectos eléctricos.

Sin embargo, como despues que estuviese fundido el hilo pudiera ocurrir una nueva descarga entre los botones *n* y *n'*, se une el *n'* á una placa *p'* de cobre dentada, cuyas puntas están frente á las de otra *p* de la misma clase, unida al boton *n* que comunica con la tierra. Con esta disposicion, la electricidad acumulada en el alambre de la línea se descargará y pasará á la tierra por las puntas, mucho tiempo ántes de que tenga la tension suficiente para saltar de *n* á *n'*.

Cuando no se teman los efectos de la electricidad atmosférica, despues de pasada una tormenta, se pone otro alambre en elt ubo *n n'*, y si no se tiene hilo metálico á propósito, se coloca el conmutador sobre el contacto unido al boton *s*; pero con esta disposicion no se está preservado de los efectos de al tempestad.

Galvanómetros. Estos aparatos están fundados en la accion de las corrientes eléctricas sobre las agujas imantadas, accion que puede observarse y medirse con una brújula dispuesta de modo que pueda ser atravesada por las corrientes.

Una brújula para el caso actual se compone de una aguja de acero imantada, suspendida por su medio sobre un eje que hay en el centro de un limbo graduado: cuando la brújula está horizontal y quieta, la aguja está inmóvil y constantemente con una de sus puntas dirigida al Norte y la otra al Sur, posicion á la que vuelve despues de algunas oscilaciones cuando se mueve el aparato.

En estas brújulas, cada vez que se hace pasar una corriente eléctrica al rededor de la aguja, se desvia ésta de su posicion normal y segun el sentido que le marque la corriente, es decir, que si se le hace pasar en dos direcciones opuestas, la aguja desviará en cada una en sentido contrario del que desvie para la otra.

El galvanómetro (figura 35) se compone de un marco de madera *a b*, sobre el cual se sujeta por dos piezas un pequeño bastidor *d*, en el que se arrolla dando 30 á 40 vueltas un hilo de cobre de $0^m,0005$ de diámetro, forrado de seda. Este bastidor es de madera y de $0^m,002$ próximamente de grueso y tiene sus costados un poco salientes con objeto de que las vueltas del hilo queden bien sujetas, conviniendo que éstas sean paralelas para que se arreglen mejor y porque de este modo la accion de la corriente es más regular. Los dos extremos libres del hilo arrollado se unen por la parte inferior del marco de madera á los tornillos *e*, *e'*, con cuyo objeto éste lleva dos agujeros á propósito para su paso. Dentro del bastidor y en el centro del marco de madera hay suspendida de un eje muy delgado una aguja imantada que puede recorrer un semicírculo graduado *m*, colocado en un plano perpendicular al del bastidor y paralelo á la aguja y á la altura suficiente para que ésta indique claramente la division en que se detenga sobre dicho semicírculo.

Como por su posicion la aguja imantada no podria marcar bien el punto en que se detuviera sobre el semicírculo graduado, á fin de hacer la lectura de la division correspondinte más fácil y clara, se coloca otra aguja *c* de laton en cruz sobre la primera, uniendo estas dos en su centro por un trozo de ágata ú otra materia dura, con objeto de que se desgaste poco por el rozamiento que ha de haber sobre el eje en que giran ambas agujas.

Las puntas de la aguja *c* reproducen exactamente los movimientos de la de acero y una de aquéllas es la que oscila

sobre el cuadrante de metal dividido en grados. La señal de reposo, es decir, la que indica que no hay paso de corriente eléctrica, corresponde al cero del limbo graduado, y á cada lado de éste se divide el semicírculo en partes iguales, cuando no es necesaria gran exactitud, y los puntos de division se indican por grados divididos en décimas partes, cuya numeracion basta con que llegue hasta 60 ó 70 grados.

Este galvanómetro es el más usado y generalmente está cubierto por un fanal de cristal.

Por medio de los botones *e* y *e'* se introduce el galvanómetro en el circuito de la corriente, de modo que cada vez que ésta venga de la línea ó pase á ella, recorrerá el alambre del cuadro y hará desviar la aguja. Cuanto mayor sea la cantidad de electricidad emitida ó recibida, más se separará la aguja de su posicion natural y mayor será, por consiguiente, el arco recorrido por sus extremos, por lo que la medida de este arco es la que marcará la intensidad de la corriente.

Cuando la punta de la aguja pasa de la última division del limbo y llega á marcar un ángulo de 80 á 90 grados, se dice que está invertida. Esto indica que los conductores atravesados por la corriente no ofrecen la resistencia necesaria al paso de la electricidad, y que ésta encuentra á la tierra en un punto demasiado próximo á la estacion.

En algunas estaciones se usan otros galvanómetros cuyo bastidor es algo mayor que el indicado, y en los cuales el limbo graduado cubre toda la superficie en que se mueven las agujas. En este caso su cubierta se forma con un cristal plano, sujeto por un aro metálico.

Relojes electro-magnéticos. Se fundan en el empleo de las corrientes eléctricas, las cuales se utilizan unas veces para trasmitir la hora de un reloj ordinario, otras para poner en movimiento las manecillas apuntadoras de cada reloj y en otras la corriente no tiene más objeto que regularizar la marcha del mecanismo que tenga el aparato.

Los relojes del primer sistema son los más sencillos y económicos, y consisten en poner al alcance del péndulo de un reloj ordinario que sirve de tipo, y cerca de los puntos límites de sus oscilaciones, ó en la esfera en las señales con que se marcan las horas y minutos, unos puntos metálicos, de los cuales partan alambres á una pila unida á los electro-imanes de unos aparatos análogos á los receptores telegráficos, los cuales en vez de tener las letras y números que éstos tienen, llevan los signos que indican la medida del tiempo; de este modo el movimiento del péndulo ó el de las manecillas del reloj tipo, abriendo y cerrando el circuito de la electricidad, hará que se trasmitan sus indicaciones á los otros receptores, los que marcarán la misma hora que éste señale.

Los relojes movidos únicamente por la accion eléctrica, se fundan en las atracciones y repulsiones producidas por los imanes eléctricos y los naturales los unos sobre los otros, aprovechando la série de movimientos que éstas causan para comunicárselos á un péndulo, al que por este medio se le haria tomar una marcha regular y constante, que fácilmente podria trasmitirse á las manecillas ó apuntadores de un reloj.

Cuando se emplea la electricidad para que sólo sirva como regulador de un aparato de relojería, se construyen éstos por el sistema ordinario, añadiéndoles una parte destinada á la rectificacion de su marcha. Uno de los medios que pueden emplearse, consiste en una horquilla unida á la armadura de un electro-iman, la que moviéndose al recibir la corriente y á la interrupcion de ésta, obligará en su movimiento á que el apuntador adelante si vá retrasado ó se retrase si adelanta.

Plancha de tierra. Se llama plancha de tierra á la barra ó placa de cobre que se introduce en el suelo con objeto de que pase á él la electricidad y sirva la tierra para *cerrar*

el circuito de la corriente que trasmite los despachos. A esta *plancha* es á la que se lleva uno de los polos de la pila y además se ponen en comunicacion con ella los otros aparatos de las estaciones.

Como su objeto es dar fácil salida á las corrientes eléctricas, cuanto más contactos haya entre ella y la tierra, mejor paso tendrá la electricidad, por lo que cuando es posible se aprovechan para sustituir á estas placas las cañerías metálicas del gas del alumbrado, por las muchas ramificaciones que presentan, en cuyo caso estas cañerías son las que se unen con alambres á las pilas y aparatos, para llevar á ellas la electricidad.

Cuando no sean fáciles de aprovechar estos tubos, la plancha de tierra debe situarse dentro de un pozo ó terreno húmedo y emplear para ella el cobre galvanizado, dándole á lo ménos $2^{m},50$ de longitud.

Diferentes clases de alambres que se emplean en las estaciones.—Además de los hilos usados en los electro-imanes y en los pararayos y el de los conductores de las líneas, en las estaciones telegráficas hay necesidad de emplear otros hilos para unir los aparatos entre sí ó establecer con prontitud una comunicacion cualquiera entre varios de ellos. Como el alambre de los conductores no es de fácil empleo en estos casos por ser poco manuable, se suele usar un hilo de cobre de $0^{m},0007$ de diámetro, que se llama *alambre de estacion*, el cual está forrado de algodon ó guttapercha; generalmente el que más se emplea es el forrado de guttapercha, por las ventajas que tiene á causa de que no se altera por la humedad.

Sin embargo, la guttapercha de que se forran los hilos, se seca y descascara, cuando está al aire libre, lo que no tiene inconveniente si los hilos de estacion están colocados sobre la madera; pero si se han de apoyar directamente en las paredes ó en otros sitios que puedan presentar humedad, debe-

[illegible] examinarse antes para ver si por ellos pasan las corrientes [illegible] presentan alguna solucion de continuidad.

Para esto se introduce en una cuba llena de agua acidulada el hilo que se va á probar, dejando fuera sus dos extremos, de los que el uno se lleva al polo de una pila y el otro queda aislado fuera del agua. La corriente que pasa por el otro polo de la pila se hace que vaya á un galvanómetro y desde éste á un alambre, cuyo extremo se sumerge en la misma cuba que el que se ensaya. Si el galvanómetro indica el paso de la corriente, será prueba de que hay alguna solucion de continuidad en la gutapercha, por la cual se cierra el circuito á causa de que se establece el contacto directo del alambre con el agua acidulada; esto indica que el hilo no está bien [illegible] y que no debe por lo tanto emplearse.

Además de estos hilos se usan en las estaciones otros alambres de hierro galvanizado y recocido de 0m,002 de diámetro.

Casquillos de empalmes. Para empalmar los diferentes hilos de las estaciones con los de la línea y los de los diversos aparatos se emplea un medio semejante al representado en la figura [illegible] en el cual la parte cilíndrica A está completamente cerrada y sobre ella en cada extremo hay un tornillo de presion que puede llegar hasta sujetar la punta del alambre que se introduzca por cada lado del cilindro; esta pieza se llama *casquillo de empalme.*

Para unir, por ejemplo, el hilo de línea con el de estacion, cada uno de ellos se introducirá por un extremo y apretando luego los tornillos quedará establecido el contacto. Unos casquillos semejantes á éstos, pero de mayores dimensiones, pueden usarse para empalmar los conductores á la entrada de los túneles.

V.

Pilas eléctricas.

Pilas. Las pilas que producen las corrientes eléctricas que hacen funcionar los aparatos telegráficos, tienen que satisfacer á las condiciones siguientes. La primera es producir una corriente de intensidad *constante*, pues los receptores están arreglados para la imantacion que produce la corriente de una intensidad dada, y si ésta varía habrá necesidad de modificar la tension del resorte ó la separacion entre la armadura y el electro-iman.

Tambien debe procurarse que sean cómodas de montar y entretener, y que no produzcan olores perjudiciales ó molestos, pues una pila que presenta alguna dificultad para su manejo, casi nunca está bien entretenida, lo que hace que el servicio se resienta. La otra condicion que debe buscarse en ellas es la economía.

Las pilas más usuales son las siguientes:

Pila Daniell. Cada elemento de ésta (figura 38) se compone de un vaso de cristal *d* lleno de agua, en el cual se sumerge un cilindro de zinc *a*, y un vaso *b* de tierra cocida lleno de una disolucion de sulfato de cobre.

En esta disolucion se introduce una lámina de cobre puro, que lleva un pequeño círculo del mismo metal *c*, el cual está agujereado, y sobre el que se colocan los cristales del sulfato, destinados á formar la disolucion que hay dentro del vaso.

La pila está *inerte*, es decir, no produce electricidad, miéntras están separados sus polos; pero en el momento en que se reunen, ya sea directamente ó por el intermedio del conductor, el sulfato de cobre se descompone y la combinacion química que se forma ataca al zinc, dando lugar al des-

arrollo de la corriente eléctrica, y á que el cobre del sulfato descompuesto se vaya depositando sobre la tierra del vaso.

Esta pila es sensiblemente constante, no produce olor ni vapores ácidos, por lo que su presencia en el interior de las estaciones telegráficas es tolerable: el consumo que hace de sulfato de cobre es muy grande, pues viene á ser de 400 á 500 gramos por año y por cada hilo conductor de la línea. Su único inconveniente es el depósito metálico que se forma sobre los vasos porosos, pues éste llega hasta formar una capa sólida que hace que se debilite la accion de la pila.

Pila Callaud. Ésta no difiere de la anterior sino por la supresion del vaso poroso y del círculo de la lámina de cobre; se compone de un vaso exterior de cristal ó porcelana, más alto que el de la pila Daniell, y en cuyo fondo hay una placa de cobre soldada al extremo de un alambre del mismo metal. Este hilo está forrado por una envuelta espesa de guttapercha, y se eleva verticalmente en el centro del vaso, de cuya boca sobresale. Por encima, así como por debajo de la plancha metálica, hay una capa formada con cristales de sulfato de cobre, la cual debe llegar hasta el tercio de la altura del vaso, el que se acaba de llenar con agua clara. Dentro de ésta se coloca un cilindro de zinc, soldado á unos corchetes de cobre, que se cuelgan de los bordes del vaso (1). Los dos líquidos, disolucion de sulfato de cobre y agua, se mantienen separados, á causa de su diferencia de densidad.

La principal ventaja de esta pila sobre la de Daniell es que en la última el vaso poroso pierde su permeabilidad por efecto del cobre que se deposita en su superficie y en la primera no existe esta causa de perturbacion.

---

(1) No debe introducirse la lámina de cobre por debajo de los cristales de sulfato, pues esto dificultaría la emision de la corriente y perjudicaría á su intensidad.

El modo de poner en actividad la pila Callaud, es análogo á la de Daniell, y su polo positivo corresponde al cobre, y el negativo al zinc.

Pila Marie Davy. Cada uno de sus elementos se compone de un vaso de cristal y de un vaso poroso: este último rodeado, como en la pila Daniell, por un cilindro de zinc que se sumerge en el agua pura que contiene el vaso de cristal. El otro vaso se llena de una pasta de *sulfato de oxídulo de mercurio*, empapada de agua, y en ésta se introduce una lámina de carbon, soldada al extremo de cobre en que termina el zinc del elemento anterior.

La duracion de esta pila es de un año próximamente.

Su polo positivo está en el carbon, y el negativo en el zinc. Su produccion de electricidad es tan constante como en la de Daniell, y de mayor potencia. Tiene el inconveniente de ser venenosa la pasta que se usa en ella, la cual produce emanaciones perjudiciales.

Pila Leclanché (figura 39). Se compone de un vaso de cristal *a* (figura 40) de forma cuadrada, lleno hasta los dos tercios de agua, en la cual se vierten de 80 á 100 gramos de sal amoniaco.

En esta disolucion se introduce una barra prismática formada con una masa de polvo de carbon, la cual se sujeta como se vé en *b* y *c* por abrazaderas de goma elástica á dos placas hechas de una pasta compuesta de peróxido de manganeso, cock y goma laca.

El polo positivo de esta pila corresponde á la barra de carbon y el negativo lo forma una barra *d* de zinc amalgamado (figura 39), sumergido en el vaso de cristal por una abertura practicada con este objeto, y que en algunas pilas entra en una caja de madera que se le prepara en las láminas de carbon, como se vé en *b* (figura 40).

Estos elementos están todos completamente cerrados con un tapon que se coloca cuando se fabrica cada par, pues la

duracion de esta pila varía de uno á dos años, segun el uso que se haga de ella, sin que haya en este tiempo necesidad de tocarles para nada en su composicion interior. A causa de su mayor fuerza, 28 de sus pares pueden reemplazar 40 de los de Daniell.

La produccion eléctrica es ménos constante en ésta que en las anteriores, pero en cambio presenta las ventajas de que exige poco gasto para su entretenimiento: éste es fácil de hacer; no necesita ninguna manipulacion peligrosa ni incómoda para entretenerla y montarla y se pueden preparar sus elementos en una estacion central y enviarlos ya preparados á las otras estaciones.

En todas estas pilas, segun el efecto que con ellas se quiera producir, se agrupan los pares de distinto modo. Se dice que están agrupados en *cantidad*, cuando todos los polos positivos por una parte y los negativos por otra (figuras 41 y 43), se reunen en un mismo alambre ó plancha metálica, á la cual se fijan los conductores; en este caso la pila, cualquiera que sea el número de pares de que se componga, forma, por decirlo así, un solo elemento. Cuando el polo positivo del primer par se une al negativo del siguiente, el positivo de éste al negativo del tercero, y se continúa en esta disposicion (figuras 42 y 44) hasta ligar los conductores al polo negativo del primer elemento y al positivo del último, la pila está montada en *tension*.

En general, el servicio telegráfico emplea la agrupacion en *tension* para la trasmision de los despachos, y las pilas dispuestas de este modo se llaman *pilas de línea*, y la agrupacion en *cantidad*, para el servicio de los aparatos que hay dentro de la misma estacion, denominándose entónces *pilas locales*. Las pilas de línea existen en todas las estaciones, y las locales sólo en algunas.

CAPITULO SEGUNDO.

CONSTRUCCION, SERVICIO Y ENTRETENIMIENTO DE LOS TELÉGRAFOS.—AVERÍAS.

I.—Construccion de las líneas telegráficas.—II.—Instalacion y montaje de las estaciones.—III.—Trasmision y recepcion de los despachos telegráficos.—IV.—Trabajos de entretenimiento y conservacion.—V.—Averías y perturbaciones.—Manera de conocerlas y remediarlas.

I.

Construccion de las líneas telegráficas.

Separacion entre los postes y los carriles de la vía. Los hilos telegráficos van colgados por medio de los aisladores sobre los postes, y éstos están clavados al lado de los carriles de las vías férreas siguiendo el trazado de éstas.

Como regla general se necesita que los hilos, y por consiguiente los postes, estén lo suficientemente alejados de los carriles para que no puedan tocar con ellos las cargas voluminosas de algunos vehículos, y para que cuando uno ó varios alambres se caigan ó descuelguen, no toquen tampoco en los carriles.

Esta distancia á que se han de clavar los postes tiene además la ventaja de que facilita la inspeccion de la línea telegráfica á los agentes de la vía que van en los trenes.

Como el espacio de que se dispone á los dos lados de las vías no es muy considerable, debe verse cuál es la menor separacion que debe quedar entre los palos telegráficos y los carriles para que no se pase de ella al clavar los primeros.

Para esto hay que observar que la parte de alambre comprendida entre dos postes consecutivos, formará una línea curva, tanto más pronunciada ó de mayor flecha, cuanto mayor sea la distancia entre éstos y más elevada la temperatura del aire, á causa de la extension que con esta experimentan los alambres: además el viento al chocar con los hilos los hace oscilar entre cada dos postes y por lo tanto acercarse y alejarse de los carriles, y como se ha visto que para que el hierro de la vía no tenga influencia sobre las corrientes eléctricas que pasan por los alambres, deben quedar éstos á la distancia de $1^m,50$ á lo ménos de los carriles, los palos se tendrán que clavar á esta distancia de $1^m,50$, aumentada en $0^m,10$, que es la salida que sobre ellos tienen los hilos por la posicion del aislador, y en $1^m,38$, que es la flecha de la curva que forma el conductor, calculada para la temperatura de 35°, que es la mayor que se supone ha de sufrir el alambre, y para una distancia de 90 metros de un poste á otro; por lo tanto se tendrá:

$$1,50 + 0,10 + 1,38 = 2,98,$$

para la separacion que debe quedar entre los postes y los carriles en las alineaciones rectas.

En las partes curvas, cuando la línea telegráfica vaya siguiendo la curva de mayor rádio, como los postes se colocan entre los carriles y los alambres, se puede restar del cálculo anterior la salida de los aisladores, ó sea 0,10; además, en estas partes las distancias á que se colocan los palos unos de otros varía, como despues se verá, segun el rádio de la curva, por lo que la flecha que forme el hilo variará tambien, y se podrá deducir para la separacion que debe haber entre los carriles y postes en las curvas de 500 metros de rádio, $1^m,68$ cuando éstos estén colocados

al exterior, y $2^m,02$ para cuando lo estén al interior de la curva; para las de 1000 metros estas distancias serian respectivamente $1^m,95$ y $2^m,88$, suponiendo que los alambres que se emplean sean los ordinarios de $0^m,004$ de diámetro.

Distancia entre los postes. Esta depende de várias causas, que son: el número de hilos que haya que colgar en cada palo; la tension ó atirantado que se les dé, pues ésta hace variar su curvatura y por lo tanto su distancia al suelo, y la direccion de la línea, segun sea recta, curva ó formando ángulos.

En general cuanto menor sea el número de postes que haya en cada línea, ménos pérdidas de corriente habrá en ella, pero en cambio se aumentarán las probalidades de rotura de los hilos, porque se tendrán que atirantar más y habrá que dar más resistencia á cada apoyo.

Contando con todas las causas que influyen en la determinacion de estas distancias, se han formado unas tablas, que bastan para poder determinar en todos los casos la separacion conveniente entre los postes. Estas tablas, calculadas para los alambres de $0^m,003$ y $0^m,004$ de diámetro, son las siguientes, en las que se expresan los grados de temperatura, con arreglo al termómetro centígrado; los rádios de las curvas y las distancias de los postes, en metros; las flechas de curvatura, en centímetros, y las tensiones, en kilógramos.

Alambre de 0m,003.

Rádio de las curvas		300	400	500	600	700	Recta.
Distancia de los postes		35	46	58	70	81	90
Temperatura —15	Flecha	12	20	32	47	63	78
	Tension	71	71	71	71	71	71
— 5	Flecha	14	24	38	54	71	87
	Tension	59	60	62	62	63	63
+ 5	Flecha	17	29	44	62	81	98
	Tension	49	50	52	54	55	56
+15	Flecha	22	35	52	72	92	110
	Tension	39	41	44	46	49	50
+25	Flecha	28	43	62	83	105	123
	Tension	30	33	37	40	43	45
+35	Flecha	38	54	75	97	119	138
	Tension	22	26	31	35	38	40

Alambre de 0m,004.

Rádio de las curvas		500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	Recta
Distancia de los postes		33	39	46	53	59	66	72	79	86	90
Temperatura —15	Flecha	10	15	20	27	34	42	50	60	71	78
	Tension	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
— 5	Flecha	12	17	24	31	39	48	57	68	80	87
	Tension	106	106	107	109	109	110	110	111	112	112
+ 5	Flecha	15	21	29	37	45	56	65	77	90	98
	Tension	86	88	89	92	93	94	96	98	99	100
+15	Flecha	19	26	35	44	54	65	75	88	102	110
	Tension	68	70	73	77	79	81	83	86	88	89
+25	Flecha	26	33	43	54	64	76	87	100	115	123
	Tension	52	55	59	63	66	69	72	75	78	80
+35	Flecha	35	43	54	66	75	89	100	114	129	138
	Tension	38	42	47	52	56	59	62	66	69	71

Por medio de ellas se puede ver que si se trata de postes de primera, en los que se hayan de montar seis hilos; como estos palos tienen 8 metros y se introducen en tierra $1^m,65$, quedará fuera del suelo una longitud de $6^m,35$, y empezando á colgar los hilos á $0^m,12$ del extremo superior y dejando de uno á otro alambre $0^m,35$ de distancia, el inferior quedaria en el poste á $4^m,48$ sobre la tierra. Para que desde el centro de la curva que éste ha de formar hasta el suelo, queden 3 metros, la flecha podrá tener hasta $1^m,48$, y para que el atirantado del hilo no produzca en él una tension mayor de 60 kilógramos, se vé en la tabla que la distancia entre los postes ha de ser de 80 á 100 metros; calculando de igual manera para postes de segunda dimension, en los que se puede introducir en tierra $1^m,25$ y dejando entre el centro de la curva y la tierra $2^m,48$, lo que dá una flecha de $0^m,40$, se encuentran 30 metros para la distancia de los postes.

En general, para los alambres de $0^m,004$ la distancia normal entre los apoyos no pasa de 90 metros, la flecha de la curva de $0^m,78$ y la tension de 70 kilógramos.

Cerca de los pasos á nivel y de los puentes que haya sobre el camino de hierro, deben colgarse los hilos sobre postes de primera dimension, y tanto en aquellos puntos como en cualesquiera otros en que dos palos consecutivos queden á diferentes alturas, la distancia entre ellos para los alambres de $0^m,004$ y con el atirantado correspondiente á una flecha de $0^m,78$ en el punto más bajo, se encuentra que debe ser de

100^m — 110^m — 127^m — 175^m — 185^m

para diferencias de nivel en los postes de

$0^m,50$ — 1^m — 2^m — 6^m — 7^m.

Los valles que atraviesan los grandes viaductos se salvan á veces por grandes tramos de alambres sin apoyo alguno; pero como los hilos en sus oscilaciones pueden tocar á las pilas y las reparaciones de las averías que ocurran en estos trayectos son difíciles de ejecutar, es más conve-

niente, para la construccion de la línea, seguir las ondulaciones del terreno por el pié de los viaductos ó puentes, espaciando los postes á su distancia ordinaria.

En las partes en línea curva hay que tener en cuenta, además de las condiciones anteriores, la resistencia de las armaduras ó ganchos de los aisladores, por el esfuerzo que sobre ellos hacen los alambres. Suponiendo que se emplean aisladores del mayor modelo, cuya resistencia es de 8,3 kilógramos, se encuentra que convienen para las curvas cuyo rádio sea de

250^m — 500^m — 700^m — 1000^m — 1500^m — 2000^m
las distancias entre los postes de
25^m — 33^m — 40^m — 50^m — 55^m — 80^m,
suponiendo que los alambres son los de $0^m,004$ de diámetro.

Postes en los ángulos. Cuando las alineaciones forman ángulos, los postes colocados en el punto del cambio de direccion están sometidos á los esfuerzos que sobre ellos hace la tension de los alambres en las dos direcciones de la línea.

El mayor esfuerzo que debe sufrir cada poste en sentido horizontal y cerca de su extremo superior, no debe pasar de 25 kilógramos, ó mejor dicho, del indicado en la tabla siguiente:

Número de hilos.	1	2	3	4	5	6
Fuerza horizontal en kilógramos que resiste el poste sin doblarse.	26,38	26,98	27,61	28,27	28,96	29,68

Cuando las alineaciones de los hilos telegráficos no están en la misma direccion, el esfuerzo que la tension de los alambres produce sobre la cabeza del poste de ángulo, depende, no sólo de la tension de los hilos, sino del ángulo

que forman sus direcciones, pues como se comprende, si los dos lados de los alambres tiráran en el mismo sentido, es decir, si su ángulo fuese de 0°, habria que sumar sus dos esfuerzos para conocer el que producirian sobre el poste, y si el ángulo fuese de 180°, como entónces obrarian los dos hilos en sentido contrario, se destruirian sus tensiones y el poste no sufriria esfuerzo alguno.

Entre estos dos límites, las relaciones que existen entre las tensiones de los alambres y la fuerza *resultante* sobre el poste, las dá la tabla siguiente:

Grados de los ángulos.	Relacion entre las tensiones y su resultante.	Grados de los ángulos.	Relacion entre las tensiones y su resultante.
0	2	100	1,28
10	1,99	110	1,14
20	1,96	120	1
30	1,93	130	0,84
40	1,87	140	0,68
50	1,81	150	0,51
60	1,73	160	0,34
70	1,63	170	0,17
80	1,50	180	0
90	1,41		

De estas tablas se deduce el límite del ángulo que pueden formar las dos direcciones de la línea para un número de alambres dado, ó el ángulo á partir del cual hay que colocar postes dobles ó de mayor resistencia en el punto en que varía la direccion de los conductores.

Para esto, conocida la tension de los alambres y el ángulo de desviacion que forman, se buscará en la tabla, frente á la línea que indica el número de grados del ángulo, la relacion entre las tensiones y la resultante, y multiplicando por el número hallado la tension que tengan los hilos, se tendrá el esfuerzo que resulta para el poste, el cual no debe pasar del marcado en la tabla anterior.

Hechos los cálculos para la tension ordinaria de los alambres y el número de éstos, se vé que la desviacion ó ángulo de la línea, para que el poste resista bien, debe ser con un sólo alambre, 11° 52′; con dos, 5° 40′, y con tres, 3° 48′.

Para ángulos de desviacion mayores que éstos hará falta colocar en el punto de union de las dos direcciones, postes dobles, en los cuales la resistencia es cerca de cinco veces mayor que la de los ordinarios, y se podrian admitir para un solo alambre desviaciones de 59° 28′; con dos, de 34° 40′, y con tres, de 17° 40′.

Observaciones. Cuando la línea telegráfica encuentre un túnel, se procura llevar los conductores por encima de él; pero cuando este medio presente muchas dificultades para la construccion y el entretenimiento de la línea, los alambres se pasarán por dentro del túnel, empleándose entónces los conductores convenientes y las palomillas ó postes, segun convenga.

En las alineaciones rectas, la vía sigue constantemente una sola fila de carriles, y por la misma debe continuar en las curvas de gran rádio; pero cuando éstas tengan un rádio pequeño, los postes se clavan siguiendo la fila interior de carriles, á causa de los esfuerzos que en estas curvas sufren los postes: en las trincheras pueden aproximarse los palos á los carriles algo más que la distancia calculada anteriormente, porque los hilos en estos puntos están ménos expuestos á caer que sobre los terraplenes elevados, donde el viento chocará más en éllos, y en todos los casos conviene calcular estas distancias de modo que, áun cuando se caiga algun poste, los hilos no toquen á los carriles.

En la colocacion de los palos, dentro de las estaciones de los caminos de hierro, debe observarse que habrá que disponerlos de modo que cuando el viento haga oscilar á los hilos, éstos no toquen á los edificios ni en los vagones cargados. Se cuidará, además, de no unir la línea á las construc-

ciones habitadas, pues las vibraciones de los hilos, trasmitiéndose á las paredes ó techos á que se unen éstos, producen un ruido desagradable, el que no puede destruirse ni áun empleando aisladores especiales.

Por último, como la presion del viento sobre los postes y los hilos es considerable y puede en ciertos casos derribarlos, en las localidades expuestas á huracanes, la línea debe seguir el lado del camino que esté más resguardado del *viento dominante*.

Planteo de los postes. Conocida la direccion de la línea telegráfica y hechas las alineaciones y mediciones correspondientes, segun lo expuesto, para señalar el emplazamiento de cada palo telegráfico, se conducirá el material que deba emplearse á los puntos que se hayan fijado de antemano, para desde ellos distribuirlo á lo largo de la línea.

Generalmente los postes se conservan apilados de un modo análogo á como se hace con las traviesas de las vías férreas y de manera que sea fácil la libre circulacion del aire entre ellos, sobre todo bajo la capa inferior de las pilas: éstas se deben preservar cuanto se pueda de la accion del sol, pues si estuvieran expuestas á él, se secaria demasiado rápidamente la madera y se rajarian.

Al distribuir los postes se reservan los más gruesos para los ángulos ó cambios bruscos de direccion y para los puntos en que convenga poner los tensores; los postes de mediano tamaño se distribuyen en las curvas y los delgados en las alineaciones rectas.

Lo primero que debe hacerse al tratar de construir las líneas telegráficas despues que estén trazadas, es abrir los agujeros en que se han de clavar los palos: estos agujeros conviene que sean lo más estrechos posible, á fin de quebrantar poco la parte de terreno que sostiene en su posicion vertical á cada poste. La forma que se les dá es rectangular ó alargada, disponiéndolos de modo que su dimension me-

nor se encuentre en el sentido de la línea telegráfica, que es en el que se verifica la traccion del hilo, y que no tengan más anchura que la necesaria para que el obrero pueda manejar cómodamente sus herramientas, conviniendo aumentar ó disminuir algo su separacion para que no quede ningun poste cerca de los puntos en que se hallen reunidas materias orgánicas en descomposicion, como charcas, estercoleros, etc.

En terreno ordinario, el agujero destinado á recibir un palo de 6 metros, no debe tener ménos de $1^m,50$ de profundidad y de 2 metros para los de 8 metros de longitud. Si el terreno fuera de roca, bastaria que se profundizase en él á $0^m,50$ ó $0^m,60$, y para esta operacion se suelen emplear barrenas ó sondas de $0^m,13$ de diámetro.

Abiertos los agujeros y distribuidos los postes y los aisladores que debe llevar cada uno de éstos, segun el número de hilos que deban colgarse de él, se pasa á clavar los aisladores. En las alineaciones rectas, éstos se colocan alternativamente á uno y otro lado de los palos, como se vé en la figura 2 de la lámina 38, procurando que queden en el mismo plano y á diferentes alturas los de los dos lados. La distancia vertical de uno á otro debe ser á lo ménos de $0^m,30$, cuidando que los de cada fila vayan en el centro de la distancia de los dos próximos del lado opuesto: el aislador que debe quedar más alto se fija á $0^m,10$ ó $0^m,12$ del extremo superior del poste, no conviniendo subirlo más, pues podria rajarse la madera al clavar los tornillos.

En los puntos en que sean frecuentes las nevadas, conviene dar á los aisladores mayor separacion que la indicada y cuando sobre un poste y en la misma línea horizontal deben ir dos, como se vé en la figura 9, la distancia entre ellos debe ser $0^m,40$ á lo ménos. Cuando los aisladores se fijan á los postes con grapas, éstas se sujetan con tornillos, los que han de entrar á rosca, prohibiéndose el que se claven á martillazos.

En las curvas muy pronunciadas y en los ángulos de ménos de 170° se colocan los aisladores de retencion, y para evitar la caida de los alambres en el caso de que se rompa algun aislador se deben clavar todos ellos del mismo lado y sobre la cara del poste que mire al lado exterior de la curva ó ángulo, pues de este modo si se descuelga un alambre, lo retendrá el mismo poste, impidiendo que pueda caer sobre los carriles de la vía.

Como la resistencia de la armadura de los aisladores de retencion es de 50 kilógramos y ésta corresponde para la tension ordinaria y alambre de $0^{m},004$ á un ángulo de la línea de 22° 52′, sólo hasta ese límite se podrán emplear los aisladores en los ángulos, y pasando de él habrá necesidad de colocar en su lugar los tensores.

Cuando las curvas tienen un rádio grande, ó los ángulos más de 170°, es decir, siempre que la alineacion se aproxima á la línea recta, se emplean los aisladores ordinarios, colocando sólo los de retencion, con los tensores, á la distancia de un kilómetro uno de otro, é intermedios á éstos se ponen los aisladores ordinarios, pero en ellos se sujetan los hilos telegráficos con alambre de atar, como se vé en la figura 12.

Cuando se teme, por la situacion especial de algunos postes, que una fuerte granizada pueda romper sus aisladores, se les cubre con un sombrerete ó plancha de palastro clavado á la cabeza del palo; pero debe observarse que los postes que sufren al descubierto las lluvias, se lavan y limpian con ellas y se secan por el viento y el sol, aislan mejor los conductores que los que están resguardados de estos accidentes; por lo que la colocacion de la pantalla no es conveniente, y sólo debe emplearse cuando sea muy necesaria.

Clavados los aisladores al poste, se levanta éste, y se le fija en el agujero abierto en la tierra, teniendo cuidado de que todas las armaduras queden bien dirigidas en el sentido de la línea.

El agujero en que se introducen los palos se vá rellenando con la tierra sacada del mismo, apisonándola por capas de $0^m,20$ á $0^m,30$ de altura, y mezclándola con algun cascajo. En los terrenos flojos se guarnece el fondo de estos hoyos con materiales duros para evitar los movimientos, y si las piedras faltan se apoya el poste contra un trozo de traviesa, cuya madera se tuesta y se coloca horizontalmente en el suelo.

En las localidades muy expuestas á huracanes ó en aquellas por donde pasen los conductores á través de un valle profundo, conviene calzar los piés de los postes con una mezcla de cal y piedra menuda, formando una especie de cimentacion para que se sostengan bien derechos los palos.

En línea recta los postes se han de clavar verticalmente, lo que se comprueba con una plomada; pero en los puntos en que estén expuestos á huracanes que comunmente soplen en una direccion determinada, se les inclina un poco en sentido contrario al de la direccion del viento que tiende á derribarlos: en las curvas tambien se colocan un poco inclinados hácia el exterior.

Cuando por ser el terreno flojo ó por la mayor tension que tengan los hilos, como sucede en los ángulos y curvas, no basta la resistencia ordinaria de los palos para sostener los conductores, se aumenta su fuerza con tornapuntas, tirantes ó vientos.

Los vientos se forman con un cable de alambre retorcido, que se ata á un piquete de madera ó hierro clavado en el suelo, á una piedra enterrada en el mismo, ó bien se fijan en las construcciones próximas; como el alambre se oxida cuando está cerca de la tierra, lo preferible es atar el tirante á una barra de hierro que sobresalga del suelo $0^m,50$ próximamente, conviniendo además pintar y alquitranar el cable.

En cada poste deben ponerse dos tirantes á lo ménos,

pues cuando se doblan por la accion de los vientos fuertes, si tuvieran un sólo tirante, producirian al recobrar su posicion primitiva, una sacudida que conmoveria los alambres y podria arrancar el tirante, lo que no será posible si se ponen dos de éstos en la direccion conveniente.

En las curvas la tension de los conductores produce el efecto de un viento colocado en su direccion, por lo que bastará poner sólo otro para sujetar el poste.

Cuando se trata de atirantar un apoyo, cabeza de la línea ó expuesto á un gran esfuerzo de traccion, se reemplaza el tirante de alambre por una barra de hierro.

Las tornapuntas que algunas veces se ponen para sostener los postes, se unen á éstos, tanto más próximas á su cabeza, cuanto mayor sea la tension de los alambres.

En los ángulos y cambios de direccion se suelen emplear postes dobles, los que se clavan de manera que sus extremos superiores queden en contacto y se puedan unir por una grapa ó perno; en su pié se separan en $1^{m},50$, y el plano que forman los dos palos debe estar dirigido segun la bisectriz del ángulo de los alambres. Tambien puede aumentarse la resistencia de los postes consolidándolos ó armándolos como se hace en las contrucciones ordinarias con todas las piezas de carpintería.

Antes de clavar los palos en el suelo, se tiene cuidado de aguzar su extremo superior, para que el agua de lluvia corra y no se deposite en él, y su extremo más grueso se carboniza en una extension de $0^{m},30$ más que la parte que debe quedar enterrada. Cuando se cortan las maderas en buen tiempo no hay necesidad de tostarlas y se las alquitrana en una longitud de $0^{m},30$ por encima, y $0^{m},30$ por debajo de la línea de la tierra, pudiendo pintar estos postes al cabo de tres ó cuatro meses de su colocacion y en tiempo seco.

Empalmes de los hilos telegráficos. Los alambres con-

[illegible] comunicaciones, se reciben de [illegible] kilogramos, que se traspor- [illegible] y en ellos se po- [illegible] manera que puede girar [illegible] alambre se ata á un ten- [illegible] que una caballería, [illegible] se vá desarro- [illegible] largo de la línea y al pié de los pos- [illegible]

[illegible] no suele pasar de 400 á 500 [illegible] de cada uno con [illegible] pueden emplearse tres [illegible] en las figuras 46, 47 y 48 [illegible]

[illegible]

esta union soldándola, si bien la soldadura de estaño y plomo que hay que emplear, no agarra bien sobre el alambre torcido.

El empalme de la figura 48 se hace introduciendo los extremos de los hilos en el cilindro metálico que se vé en el dibujo y retorciendo sus puntas; despues, por la abertura que se indica en *A* se vierte una soldadura hecha con dos partes de estaño y una de plomo.

En todas estas uniones las partes de los conductores que deben encontrarse en contacto se limpian y raspan ántes con la lima, y para que agarre la soldadura en la parte comprendida entre los retorcidos, si se emplea la disposicion de la figura 46, han de sumergirse ántes los alambres en una disolucion de cloruro de zinc.

Cuando los conductores no están galvanizados hay necesidad de completar su union atándolos con un alambre de cobre muy delgado, el cual se suelda á los extremos del empalme, teniendo cuidado de darle ántes algunas vueltas sobre los otros hilos.

En los túneles los conductores que se emplean se unen á los generales de la línea con casquillos de empalmes, cuyo objeto es facilitar las investigaciones en el caso de que ocurra alguna avería en las líneas. Si no se emplean estos casquillos, la manera de anudar los conductores es la siguiente: se quita su capa de guttapercha en una extension de $0^m,04$ en cada extremo, y las puntas del alambre se limpian bien y se las ata retorciéndolas en los tres últimos centímetros; despues se cortan los extremos sobrantes, y la union se suelda con estaño y resina: hecho esto se rasca la guttapercha en una extension de $0^m,04$ ó $0^m,05$ para quitar las partes oxidadas, y se cubre la soldadura con un mastic; por último, se recalienta la guttapercha y se extiende sobre la parte anudada para completar su union.

Este empalme exige que se haga con mucho cuidado y

limpieza, evitando que se alteren por el contacto con los dedos las superficies de los hilos que haya que reunir.

Los alambres así anudados no deben colgarse sin haberse asegurado ántes de que trasmiten las corrientes, pues sin esta precaucion se corre el riesgo de tenerlos que desmontar despues, si se nota que existe algun defecto de aislacion ó de interrupcion en las comunicaciones.

Arreglo de las tensiones. A medida que se van empalmando los hilos, se cuelgan de los ganchos de los aisladores; pero como si se les dejase sueltos en ellos, el peso del alambre haria que formasen entre cada dos postes una curva muy pronunciada, hay necesidad de atirantarlos y atarlos á los aisladores de retencion que se habrán colocado entre cada tres ó cuatro de los ordinarios.

El arreglo de las tensiones es la operacion más delicada de la construccion de la línea, y del cuidado con que se haga depende la mayor ó menor facilidad de su entretenimiento y la marcha más ó ménos regular de las comunicaciones telegráficas.

La tension se calcula con arreglo á la temperatura del aire á la sombra, en el momento de colgar los alambres, y segun las distancias que se hayan dejado entre los postes.

La relacion que existe entre la separacion de éstos, la flecha de la curva que forme el alambre entre cada dos apoyos, y la tension, es la indicada en la tabla siguiente:

DISTANCIA de los POSTES.	TENSION DEL HILO EN KILÓGRAMOS						
	30	40	50	60	70	80	90
	FLECHA DE LA CURVA EN METROS						
30	1,04	0,73	0,62	0,52	0,44	0,39	0,34
75	2,34	1,75	1,40	1,18	1,00	0,30	0,79
80	2,66	2,00	1,60	1,33	1,14	1,00	0,88
100	4,16	3,12	2,50	2,00	1,80	1,56	1,38
150	9,40	7,00	5,60	4,70	4,00	3,50	3,00
200	16,60	12,50	10,00	0,30	7,10	6,20	5,30
500	110,00	81,00	63,00	52,00	45,00	39,00	34,40

Con ella, segun las dimensiones de los palos telegráficos que se hayan de emplear y la distancia á que se haya calculado que han de estar, se fijará la tension del hilo para que la flecha de la curva no sea mayor de la conveniente, ó á la inversa, si el dato de que tiene que partirse, segun todas las indicaciones anteriores, es de la flecha de la curva, podrá determinarse la separacion entre los postes y la tension del hilo.

Una vez determinada la tension, se aumenta ésta en algunos kilógramos á fin de vencer la resistencia del rozamiento de los alambres sobre los aisladores, pero cuidando de que la que se dé no sea nunca la máxima que puede sufrir el alambre con objeto de tener en cuenta las alteraciones que pueda haber en la línea.

Sobre los aisladores de retencion dobles, los alambres se cortan y con sus extremos se dan dos vueltas á la garganta de cada aislador, dejando una punta libre para que despues que se haya sujetado por el alambre de atar sirva para unirla al trozo de conductor siguiente en la línea.

La colocacion de los tensores volantes debe hacerse de

modo que quede siempre uno á cada lado de un poste, pues de lo contrario podria éste inclinarse porque sufriria la tension sólo por un lado.

Colocacion de los conductores. Los ferrocarriles de alguna consideracion necesitan tres hilos para sus comunicaciones telegráficas, estableciendo por ellos una comunicacion *directa* entre las grandes capitales por donde pase la vía férrea, otra *semidirecta* para unir los puntos más importantes de la misma, y la tercera, ó *escalonada*, que enlaza todas las estaciones que hay en su trayecto.

Para colocar los conductores, ordinariamente se hace montando de cada vez un sólo hilo. Este se cuelga sobre los aisladores por medio de escalas ó con la horquilla, y cuatro ó seis hombres tiran con entenallas de los extremos, miéntras que otro hace obrar el tensor que sirve para atirantarlo.

Para facilitar las revistas y reparaciones, se debe siempre seguir el mismo órden de colocacion en toda la línea, y en general conviene colgar los hilos algunas semanas despues de clavados los postes, á fin de dejar á éstos que asienten bien.

La altura del alambre más bajo sobre el suelo debe ser, en el centro de la curva y á lo largo de los caminos de hierro, de 2 metros á lo ménos, de 3 metros al lado de los caminos ordinarios y de $4^m,50$ al atravesar sobre las carreteras en que pueden andar vehículos muy cargados.

A veces despues de colgados todos los conductores, la curva que forman entre cada dos postes es demasiado pronunciada ó irregular, y hay necesidad de rectificar la tension que se les haya dado para que las flechas no sean mayores de lo conveniente.

Cuando los alambres deban pasar cerca de los puentes difícilmente abordables para las reparaciones ó sobre los grandes viaductos, túneles, pasos á nivel, etc., es menester po-

ner más cuidado en la construccion de las líneas, y emplear los mejores alambres, aumentando la separacion entre éstos, colocando sombreretes sobre los aisladores expuestos á las piedras, y ligando además los hilos á todos los aisladores.

Para atirantar los hilos se emplean los aparatos de tender, arreglando las tensiones en cada aislador de retencion por medio de un pequeño dinamómetro de resorte, que se coloca entre las dos entenallas del aparato, figura 18, lámina 38; arreglado cada tensor se suelta la cuerda *c* para que quede la línea á la tension conveniente y el alambre se ata entónces sobre el aislador de retencion dando dos ó tres vueltas en su armadura, y si se emplea el de la figura 12, la atadura se hace por medio de un alambre galvanizado y recocido de $0^m,002$ de diámetro. Esta ligadura, que abraza la garganta del aislador, debe estar lo bastante apretada para impedir que el alambre se corra aunque se rompa, y cuando los hilos de la línea sean de más de $0^m,004$, la ligadura se hace doble, pero siempre torciendo los alambres en el mismo sentido.

No se debe perder de vista que cuanto menor sea el contacto entre los conductores y los postes, menor será tambien la pérdida que sufra la corriente eléctrica; sin embargo, colocando los alambres en las curvas sin fijarlos á los aisladores, pueden rozar y por consiguiente desgastarse.

Cuando se cuelgan vários hilos de un poste, algunos ingenieros aconsejan que se coloque en éste, al tiempo que se le clava en tierra, un alambre que haga el oficio de conductor de las corrientes derivadas y que funcione como pararayos; en este caso, el alambre no debe pintarse ni alquitranarse áun cuando lo esté el poste, para que quedando en contacto con las piezas metálicas, conduzca el fluido eléctrico á tierra sin mezclar las corrientes.

Si los hilos que se cuelgan son de distintos diámetros por la distinta importancia de las líneas, se deben colocar los

más gruesos en la parte superior de los postes y los más ligeros abajo.

Se procura siempre que los alambres no toquen ni en los edificios que haya próximos á ellos, ni en los árboles, ú otros vegetales que pueda haber. Cuando es inevitable su contacto con las ramas de los árboles, si éstas no pueden cortarse, se recubren los hilos con una tela de algodon alquitranado.

Se deben recoger del suelo los trozos de alambre que se cortan, pues si se dejáran podria ocurrírsele á alguno colgarlos de la línea, y ésto produciria derivaciones.

Todas las piezas de hierro que fijen los conductores sobre los postes que se hayan preparado con inyecciones de sulfato de cobre, deben ser galvanizadas.

Organizacion del personal y distribucion de los trabajos.—La seccion que deba construir una línea telegráfica, puede componerse de un oficial, un sargento, tres cabos y quince soldados; estos últimos divididos en tres cuadrillas, de á cinco indivíduos cada una, á las órdenes de un cabo.

La primera cuadrilla, bajo la inspeccion del oficial, despues de marcada la direccion de la línea por el trazado del camino de hierro, ó con piquetes en los puntos como en los terraplenes elevados en que no ha de seguirse éste, mide las distancias para señalar los emplazamientos de los postes. Estas señales las debe hacer el cabo, sirviéndose de los soldados para las mediciones y alineaciones.

La segunda cuadrilla descarga los carros en que se trasporta el material de la línea, distribuye las herramientas y los postes, dejando éstos próximos á su emplazamiento.

Con estos trabajadores debe ir el sargento para presenciar la descarga de los postes telegráficos, examinar éstos para tener la seguridad de que todos alcanzan las dimensiones necesarias, ver si se han tostado en su extremo y si son derechos y limpios de corteza, nudos, etc. Este mismo sargento debe distribuir los postes que tengan dimensiones distin-

tas de las ordinarias, á los puntos de la línea en que convengan, indicando á los soldados que trasportan este material el sitio en que han de dejarlos.

Los aisladores ordinarios y de retencion, se descargarán y distribuirán al mismo tiempo que los postes, dejando al lado de cada uno de éstos los que le correspondan.

Como la primera cuadrilla terminará en corto tiempo, relativamente al que ha de emplearse en el trasporte del material, la medicion de una gran longitud de línea, cuando el jefe crea que se ha medido la extension conveniente, pasará esta cuadrilla á abrir los hoyos en que se han de clavar los postes.

Para esto, su personal se divide en dos partes, y cada una vá abriendo una série de agujeros, es decir, dos hombres abren el primer hoyo, y concluido éste pasan al tercero, de él al quinto, y así sucesivamente, al paso que los otros dos empiezan por el segundo de la línea, de él pasan al cuarto, luego al sexto, etc. El cabo y el soldado restante de esta cuadrilla ván delante rectificando los emplazamientos y marcando la direccion y dimensiones de los agujeros.

La tercera cuadrilla sigue detrás de la anterior, clavando los postes en sus hoyos. Para esto su jefe fija los aisladores con los tornillos ó grapas en la posicion que se haya indicado, y despues cuida de que el poste se plante verticalmente y con la suficiente solidez.

Cuando la segunda cuadrilla termina de trasportar el material que ha de emplearse en cada dia, pasa á ayudar á la que esté más retrasada de las otras dos, con objeto de que todos los postes y aisladores distribuidos se dejen plantados en la línea.

La primera seccion sigue abriendo los agujeros miéntras tenga alguna extension de línea medida, y por término medio puede abrir cada dia, en terreno ordinario, de 140 á 150 hoyos.

Despues que se tenga construida en esta forma una extension de línea de 14 á 15 kilómetros, es cuando se pasa á colgar los alambres en los aisladores.

Para esta operacion se emplea la seccion que más adelantado lleve su trabajo, lo que dependerá de lo más ó ménos duro del suelo y de la mayor ó menor extension á que tenga que trasportarse el material desde el punto en que se descargue de los carros ó vagones.

Uno de los trabajadores lleva á la espalda el rollo de alambre y otro lo vá desenvolviendo despues de haberlo fijado al primer aislador de retencion ó tensor que haya en la línea, y lo extiende en toda la longitud de ésta. Otro obrero, por medio de la horquilla, lo monta en los ganchos de los aisladores de suspension; y por último, otro, con una escalera, fija el alambre al segundo tensor, miéntras lo vá tendiendo el que lleva el rollo. La tension más conveniente es la que deja el conductor con una flecha de $0^{m},40$, cuando están colocados los postes á 50 metros de distancia uno de otro.

II.

Instalacion y montaje de las estaciones telegráficas.

Se llama montaje de una estacion la manera de colocar y enlazar los diferentes aparatos de que consta.

Las estaciones telegráficas de los caminos de hierro pueden dividirse en dos clases, que son: estaciones *extremas* é *intermedias*. Estas últimas pueden ser *sencillas*, *centros* y *vértices*. Las primeras son las que forman los dos límites de las líneas telegráficas; las *intermedias* están entre éstas, siendo de ellas *centros* las que tienen á sus órdenes para el servicio algunas de las estaciones próximas, y encierran pilas

especiales para aumentar la intensidad de las corrientes que pasan por ellas, y estaciones *vértices* son las que pueden comunicar en tres ó más direcciones distintas.

Todas estas estaciones se diferencian unas de otras en el número de aparatos que necesitan y en la posicion de los conmutadores que dirigen las corrientes á cada uno de ellos, y aunque cada estacion de las designadas tiene su montaje especial, en todas ellas, el primer aparato que debe recorrer la corriente que viene de la línea, debe ser el pararayos, pues siendo su objeto preservar la estacion de los efectos de la electricidad atmosférica, debe ésta encontrarlo ántes de que pueda causar algun desperfecto en los otros aparatos. Inmediatamente unido al pararayos debe estar el galvanómetro, á fin de que pueda conocerse la intensidad de las corrientes recibidas, y la que llevan á su salida las que se emiten. Desde el galvanómetro al conmutador y manipulador, la marcha de la electricidad variará, segun la diferente colocacion que se dé á los aparatos en cada clase de estaciones.

En el montaje de las estaciones hay que examinar: 1.°, la manera de entrar los alambres de la línea en el local donde están los aparatos; 2.°, la organizacion de las mesas en que se colocan éstos; 3.°, el modo de establecer las comunicaciones entre todos los aparatos dentro de la estacion, y 4.°, la disposicion de las pilas.

1.° *Entrada de los alambres en las estaciones.* — Los conductores de las líneas terminan en aisladores de retencion colocados cerca de la estacion telegráfica y desde éstos se prolongan las comunicaciones por alambres de $0^{m},002$ de diámetro, galvanizados y recocidos, que se llevan empalmándoles á los primeros hasta otros aisladores de retencion que hay clavados sobre un montante de encina *a b* (lámina 41, figura 49), llamado *tabloncillo de entrada de hilos*, el cual está unido á la pared de la estacion y á $0^{m},40$ de ella por varillas de hierro; los alambres se arrollan al rededor de la ar-

madura del aislador y despues se les hace pasar inclinándoles de abajo hácia arriba y procurando que no toquen á las paredes, á través de una abertura hecha en el muro, cerrada interiormente por una tabla de encina y atravesada de tantos agujeros como hilos haya: con objeto de evitar que éstos al pasar por la tabla toquen en la madera, se clava interiormente un liston *c d* que lleva unos topes colocados frente á cada abertura de la tabla y en ellos se sujetan los alambres despues que se numeran.

Cuando los conductores tengan que entrar en la estacion atravesando un techo cualquiera, se abre en éste un agujero vertical, en el que se coloca un tubo de vidrio que sobresalga del agujero $0^m,10$: al alambre se suelda una pequeña pieza que cubra el tubo, la cual sirve para impedir que por él puedan introducirse materias extrañas.

Tambien pueden fijarse los aisladores de retencion del tabloncillo en el marco de una ventana, al lado de unos agujeros hechos en el bastidor de ésta, por donde se pasarian los alambres.

2.º *Disposicion de los aparatos en las mesas de manipulacion.*—Estas mesas deben ser de encina, pintadas de negro para que no se noten en ellas las manchas de tinta, y de 2 metros de largas, de $0^m,80$ de anchura y de $0^m,74$ de altas, conviniendo que no tengan cajones.

Para evitar que se muevan al manipular sobre ellas, se clavan al suelo dos de sus patas no contíguas, por medio de grapas de hierro y si hay várias mesas próximas se unen unas á otras por pernos.

En las estaciones telegráficas poco importantes, las mesas se colocan pegadas á la pared de la habitacion; pero en las que se reunen varias líneas habrá que colocar algunas mesas en el centro del local de los aparatos, y entónces, para economizar terreno, se las hace de doble longitud que la marcada anteriormente, con objeto de que sirvan para dos

empleados, y el espacio correspondiente á cada uno se divide del otro por un tabique de madera de $0^m,40$ de alto.

La colocacion de los aparatos sobre las mesas, varía segun la situacion de las estaciones; cuando éstas son intermedias, los aparatos que debe tener son los siguientes: un receptor, un manipulador, dos timbres, dos pararayos, dos galvanómetros, un conmutador y la pila. Todos éstos se ligan entre sí y con el resto de la línea, como manifiesta la figura 50.

En ésta, *M* representa el manipulador, *R* el receptor, *G* los galvanómetros, *T* los timbres, *P* los pararayos y *C* el conmutador, y debajo de él se vé la pila. Los pararayos suelen estar clavados de un modo permanente sobre una tabla de encina, como se indica en la figura 51, en la que se vé además la situacion relativa de todos los aparatos sobre la tabla y la mesa. En esta figura, así como en la 50, las líneas que hay trazadas de unos á otros aparatos marcan los hilos por donde pasan las corrientes.

El receptor, los timbres y los galvanómetros, se colocan sobre una tabla fijada á otra que hay clavada en la pared ó sujeta verticalmente sobre la mesa, y el manipulador y conmutador se clavan con tornillos á la mesa y se colocan horizontales.

Cada galvanómetro se sitúa, en general, de manera que la corriente que viene de la línea recorra el alambre que hay arrollado en su bastidor, inmediatamente despues de haber atravesado el pararayos, á la entrada de la estacion, y ántes de pasar á los otros instrumentos. Para que pueda marcar la intensidad de las corrientes, hay necesidad de *orientarle* ántes de unirle á los alambres de la línea y del conmutador, lo que se consigue moviéndole á derecha é izquierda hasta que la aguja imantada se encuentre exactamente en el sentido del cuadro, y la de laton señale la division cero del limbo graduado.

La plancha de tierra se coloca en pozos ó en el fondo de un rio y si esto no es posible en un terreno húmedo ó sobre el que se pueda llevar el agua de las canales de los tejados ó de alguna cañería: conviene enterrarla á alguna profundidad y si el terreno tiene malas condiciones pueden mejorarse éstas con carbon picado, limaduras de hierro ó acero, ú otras materias conductoras de la electricidad.

Tambien podrian emplearse en vez de estas planchas los carriles de la vía férrea.

El manipulador *M* puede funcionar con cualquiera de las bandas ó servir como conductor si se le coloca en comunicacion directa. El receptor *R* sirve tambien para las dos bandas, pero al funcionar con una de ellas debe tenerse la otra comunicando con el timbre.

En las estaciones cabeza de línea, hay que quitar un timbre, un pararayos y un galvanómetro de los dos que existen en las intermedias, pues como en aquéllas no hay que comunicar más que con una banda, bastará uno solo de cada clase.

La figura 52 representa el montaje de una estacion extrema cuyos aparatos se sitúan en una disposicion análoga á la de la figura 51 y como se ha explicado anteriormente: las mismas letras representan los aparatos semejantes á los anteriores.

La estacion vértice emplea manipuladores de la forma de la figura 31, lámina 39, y su organizacion es análoga á la de una intermedia.

3.° *Comunicaciones en el interior de cada estacion* (figura 50).—A partir de los topes de llegada del tabloncillo, la línea telegráfica se continúa con el alambre de estacion, el que se clava sobre una tabla ó en listones de encina por medio de clavillos de dos puntas de alambre estañado, los que se espacian de 0^m,06 en 0^m,06; estos hilos se llevan, segun un trazado geométrico regular, sin que se toquen ni

crucen desde los botones de línea á los pararayos, en los que entran descubiertos, sin forro y limpios para que la comunicacion quede tan perfecta como sea posible.

En los botones de salida de los pararayos, se atan otros hilos de línea, los que continúan hasta el boton correspondiente del galvanómetro, y desde el otro de éste vuelven á salir por debajo de la tabla de la mesa hasta llegar al boton de línea del conmutador, el que los pone en comunicacion con los demás aparatos. Desde el manipulador los alambres se clavan sobre otra tabla ó liston, como ántes de pasar por los pararayos.

La distribucion de los hilos sobre las mesas se hace de distinto modo, segun la importancia de las estaciones. Cuando haya en éstas más de cuatro aparatos, las comunicaciones se hacen por cables, formados con dos ó más alambres de estacion, cuidando de que todos los que se reunan sean los que correspondan á los aparatos de la misma mesa. Estos cables se colocan sobre tablas de encina acanaladas, cuyas ranuras deben tener $0^{m},008$ de ancho y $0^{m},013$ de profundidad, las que están cubiertas con otra tabla, sujeta á la anterior con bisagras y de modo que se pueda cerrar con aldabillas sobre la primera, para preservar los hilos de los choques, de la humedad y del polvo.

Las tablas se clavan con escarpias á los muros y á las mesas de manipulacion, y sus hilos se distribuyen empalmando en un boton del receptor el alambre correspondiente al manipulador, y en el otro el de la plancha de tierra de éste; del manipulador parte por cada lado un alambre al receptor, otro al galvanómetro y el otro al timbre, del que tambien sale uno que vá á la plancha de tierra.

En las pilas, de cada polo positivo de los grupos en que están divididas, se lleva un hilo *Z* á un boton de su conmutador, y de la comunicacion fija de éste otro al manipulador.

Los hilos que ligan las pilas, los pararayos y los receptores á la plancha de tierra, conviene que sean dobles, para evitar las consecuencias de una rotura, no sólo por los accidentes que podrian ocasionar los rayos de las tormentas si no encontrasen buena comunicacion, sino tambien para la seguridad y facilidad de las trasmisiones.

El mejor modo de conseguir una buena comunicacion con la tierra se obtiene reuniendo los hilos que partan de los distintos aparatos en uno ó vários cables, torciéndolos juntos y llevándolos á lo largo de la mesa hasta clavarlos en el ángulo que ésta forma con la pared, ó en el del tabique de madera si lo hubiese, y desde él se clavan con grapas á los muros, del mismo modo que se ha dicho para los hilos que enlazan los aparatos y se pasan junto al zócalo de la habitacion, para sacar desde él luego los alambres sueltos hasta llevarlos á la plancha de tierra.

En las estaciones telegráficas de poca importancia, las comunicaciones se establecen con alambres de cobre desnudos, los que se llevan directamente á las mesas de manipular desde unas palomillas clavadas en la pared: la separacion entre cada dos hilos debe ser de $0^{m},02$ á lo ménos.

Tambien suelen llevarse algunas veces la mayor parte de las comunicaciones por debajo de las mesas, empleando en vez de alambres, láminas ó tiras metálicas clavadas á las tablas.

4.° *Disposicion de las pilas.*—La regularidad y constancia de las corrientes, dependen del cuidado con que se monten y se entretengan las pilas.

Estas se colocan bajo la mesa de manipulacion ó en otro local próximo, encerrando los pares en una ó várias cajas que estén sostenidas por piés de cristal.

Cada pila debe estar perfectamente aislada para que la electricidad no tenga otra salida que la de los conductores, por lo que debe separarse cada elemento de otro lo ménos

$0^m,015$, á causa de las eflorescencias salinas que se forman en los bordes de los vasos; con objeto de que la electricidad no se pierda por el suelo sobre que reposa la caja, hay que procurar que éste no esté húmedo, y que descanse cada elemento de la pila, sobre unos piés de cristal ó de madera muy seca; si se emplea la madera no se pone una tabla plana, sino un bastidor con agujeros, sin alambres ni clavos, dispuesto de modo que cada par tenga en él señalado su sitio y que toque lo ménos posible al bastidor.

El número de elementos de que debe componerse cada pila telegráfica es variable; pero como á veces se necesita disponer de un aparato que pueda dar el trabajo máximo exigido para el servicio de la línea, el número de los elementos montados en cada pila se fija de una manera permanente, y segun la longitud del circuito que haya que servir; casi nunca se reunen ménos de diez pares, y á veces este número pasa de sesenta. Sin embargo, como en una estacion no será siempre necesario gastar toda la fuerza eléctrica producida por la pila, los conductores se adaptan á grupos de cinco, diez ó veinte pares, de manera que sólo se utiliza y se lleva á los alambres una corriente de la intensidad absolutamente precisa. Los hilos de cada grupo se unen á un conmutador que lleva en sus botones los números cinco, diez ó veinte, segun el número de elementos cuya electridad se emplea, y como sólo cuando se ponen en actividad las pilas es cuando obran las sales que contienen y cuando se desgasta el zinc, resulta que se economiza de este modo el gasto de los elementos que no se utilizan.

El número de pares de Daniell, que son los que generalmento se emplean, necesarios para distancias en kilómetros de

1 á 100 » 100 á 200 » 200 á 300 » 300 á 500,

es de

15 á 30 » 30 á 50 » 50 á 70 » 70 á 100,

y una sola pila puede servir para cuatro ó cinco aparatos. Si se emplea la pila Leclanché, como se ha dicho, 28 de sus pares pueden reemplazar 40 de los de Daniell; las de las otras clases necesitan próximamente igual número de elementos que la primera.

En las estaciones donde no haya más que un solo aparato receptor ó donde cada uno tenga una pila, cuando haya que usar de la *local*, lo más sencillo es tomar para ella una seccion de cuatro ó cinco elementos de la línea, y como cuando se recibe no se trasmite y vice-versa, en nada se perjudican las comunicaciones.

Los cajones de madera en que se colocan los elementos de las pilas, deben estar barnizados y secos, poniendo en cada uno, segun su tamaño, ocho, diez ó doce pares; dentro de las cajas se montan las pilas de Daniell como indica la figura 38, lámina 40, de modo que cada lámina de cobre éntre en el vaso poroso del elemento precedente, pero es menester tener cuidado de que el agua del vaso de cristal no llegue al nivel de la union de la lámina con el cilindro de zinc, para evitar el desgaste rápido que se produciria en este punto. Con objeto de activar la produccion de la electricidad se pueden mezclar al agua de los vasos, unas gotas de ácido sulfúrico muy diluido. Los pares Callaud y Marie Davy se montan con una forma análoga á la expresada, y en esta última, ántes de llenar el vaso de arcilla del sulfato, debe sumergírsele en agua pura, para que no absorba la de la pasta. Esta se amasa un poco con una espátula de madera, y con la misma, usada como cuchara, se pone en el vaso.

Desde que el sulfato está en la vasija, hay que introducir muy rápidamente la lámina de carbon, porque la pasta se *sienta* tan pronto, que el carbon no podria entrar si se dejasen pasar algunos segundos.

En las pilas Leclanché, se introduce al cargarlas en el vaso de cristal la barra de zinc y el vaso poroso con la mez-

cla que debe contener. Despues se vierte en la vasija de cristal la sal amoniaco y se llena con agua comun hasta los dos tercios. El vaso de arcilla se encuentra de este modo sumergido hasta la mitad de su altura, y en seguida se liga cada zinc al carbon del elemento siguiente, por medio de un tornillo que atraviesa el carbon.

A falta de sal amoniaco se puede emplear la sal comun, pero el efecto que ésta produce es de ménos intensidad.

Cualquiera que sea la pila que se emplee, debe colocarse en sitio seco y al abrigo de los cambios de temperatura, procurando que sea fácil examinar el nivel del agua en los vasos, que todos los contactos estén muy limpios y los tornillos bien apretados, que los vasos porosos y las láminas de cobre no estén nunca en contacto con el zinc, y que los elementos estén bien separados unos de otros; los alambres conductores deben quedar bien aislados y sin tocar á las paredes de las cajas.

Observaciones sobre el montaje de las estaciones. Todo lo dicho se refiere solamente á cada uno de los alambres que entran en las estaciones, es decir, que si por ejemplo en una estacion dada entran cuatro conductores, á cada uno de ellos corresponderán igual número y clase de aparatos, y éstos estarán dispuestos del mismo modo que se ha indicado para uno sólo; sin embargo, en las estaciones que tengan más de un conductor, puede hacerse de modo que sea comun á todos ellos la pila que se emplea, disponiéndola de manera que á los aparatos de cada hilo de la línea corresponda un alambre que parta del polo positivo de la pila, siendo comun á todos ellos el negativo que se lleva á tierra.

Igualmente puede hacerse que no haya sino un solo hilo de tierra en cada estacion telegráfica, reuniendo en un solo cable todos los alambres que deban llegar al suelo, ó empalmando cada uno de éstos al cable indicado anteriormente: sin embargo, no conviene emplear para las várias líneas

que concurren en una estacion el mismo hilo de tierra, porque se producirian corrientes derivadas, es decir, pérdidas de electricidad: lo mejor es establecer tantas planchas de tierra como líneas haya, y espaciarlas si se puede á 50 metros una de otra.

Cuando se usa el conmutador suizo, la colocacion de los hilos varía algo de la indicada, pues todos los de la línea se llevan directamente á él uniéndoles á las láminas de una misma direccion, esto es, á las horizontales, ó á las verticales, y correspondiéndose con cada una de éstas una de las otras; en éstas se atan los alambres de salida de los aparatos, numerándolos lo mismo que á los de entrada, y siendo esta numeracion la correspondiente á los hilos, segun están colocados en la línea, y la segunda la de los aparatos á que corresponden dentro de la estacion.

III.

Trasmision y recepcion de los despachos telegráficos.

Las dos estaciones que se comuniquen estarán montadas como se ha indicado para las extremas ó intermedias, y en ambas la manivela del manipulador sobre la cruz y los conmutadores de éstos deberán dirigir las corrientes á los botones de los timbres; esto supuesto, si en una de ellas se pone su conmutador en direccion de la línea y se hace girar la manivela del manipulador, en el momento en que ésta pase por la letra *A*, se enviará una corriente que, marchando por el conductor al timbre de la otra estacion, lo pondrá en movimiento, lo que indicará que se le vá á trasmitir un despacho y cuál es la estacion que lo vá á verificar.

Con esta señal, el empleado que ha de recibir las comunicaciones, coloca el conmutador de la banda que ha llamado en el contacto de recepcion, y las corrientes que se reciban

en adelante, se encontrarán dirigidas al receptor, y si la estacion que trasmite vuelve á tocar otra letra, la *A* por ejemplo, enviará una corriente sobre la línea, que recorriendo ahora el circuito del receptor de la otra estacion hará mover su aguja, la cual señalará la misma letra *A*.

Cuando la manivela con que se trasmite marque la *B*, la corriente se interrumpe y la aguja del receptor que recibe señalará la *B*, y así sucesivamente; de modo que en esta estacion se señalan las mismas letras que se marcan en la que trasmite, y para trasmitir cada palabra bastará ir tocando sucesivamente en cada una de las letras que la compongan, pues por rápido que sea el movimiento de rotacion de la manivela del manipulador, lo seguirá la aguja del receptor.

Si en un momento dado no se hallára acorde esta aguja con la manivela, todas las letras que se trasmitan á partir de él, serán distintas de las que se señalen en la estacion que recibe, y no podrá leerse el despacho.

Para remediar esto, cuando el que recibe no entienda algunas palabras ó cuando, por la incoherencia de las letras que señale su aguja, comprende que ésta no marcha de acuerdo con las que se trasmiten, debe poner la manivela de su manipulador sobre un número impar para enviar una corriente á la línea, con lo que *corta* la trasmision. El que trasmite, tan pronto como se aperciba de la corriente emitida por la estacion receptora, debe poner su manivela sobre la cruz y esperar á que se le diga lo que no se haya comprendido y tenga que repetirse.

La trasmision debe hacerse con mucha regularidad, deteniéndose un poco, exactamente encima de la letra que se quiere señalar, y haciendo girar á la manivela del manipulador siempre en el mismo sentido, de modo que si equivocadamente se olvidase el marcar alguna letra, no se vuelve hácia atrás para anotarla, sino que se concluye de dar la vuelta á todo el alfabeto hasta encontrarla de nuevo.

Cuando se empieza cada trasmision y despues de haber hecho tocar el timbre de aviso, para dar tiempo al que recibe de poner su aguja en la posicion conveniente, se dá una vuelta á la manivela, deteniéndose un poco sobre la cruz, y se siguen luego marcando todas las letras del despacho como se ha dicho.

El final de cada palabra se indica terminando la vuelta de manivela empezada y deteniéndose un poco sobre la cruz.

Cuando despues de una palabra se tengan que trasmitir cifras, se hace girar á la manivela dos vueltas seguidas, deteniéndose en la cruz al fin de cada una, y despues se señalan los números y palabras siguientes. Si hay vários grupos de números se hace preceder á cada uno de ellos de dos vueltas completas de manivela.

Para separar la firma del texto de los despachos se hacen dos vueltas de manivela seguidas y se repiten várias veces, deteniéndose en la cruz al final de cada una.

Para indicar el final de un despacho se termina la vuelta de manivela empezada y se dá otra, deteniéndose un instante sobre la letra *Z* y despues en la cruz.

Cuando se comete alguna equivocacion al trasmitir, se indica esto dando várias vueltas de manivela, sin detenerse en la cruz, y se continúa despues la trasmision empezando por la palabra equivocada.

Despues de recibido cada despacho, se repiten las palabras principales, las dudosas y las cifras, terminando con las *B. R.* y la cruz, lo que quiere decir, ***bien recibido.***

Cuando no se puede recibir por no estar arreglado el aparato, se pide á la otra estacion que dé vueltas á la manivela de su manipulador, marcando *V X* +, *V X* +, y cuando el arreglo esté hecho, se marca *H V*, que quiere decir ***hable usted.***

Las comunicaciones ***oficiales*** se indican con *C. O.* Las

de *servicio* con *C. S.* Para recibir *despacio* se marca una *D*, y para hacerlo de *prisa* *P*.

La *espera* se indica con *E. S.* y el *enterado* con las *B. R.* de bien recibido.

Si las estaciones no tienen servicio alguno que trasmitir, marcan las letras *R. R.* ó *B. C. O.*

La *repeticion* de un despacho se expresa con *E. R.* y el *final* con *Z* +.

Arreglo de los receptores. Para que la recepcion de las comunicaciones sea buena, es preciso que la aguja del aparato receptor esté constantemente acorde con la manivela del manipulador, lo cual no siempre sucede, pues un receptor cualquiera puede muy bien estar arreglado para una corriente, y no poder servir para otra más ó ménos intensa.

Si la corriente que se recibe es menor que aquella para la que está dispuesto el aparato, éste no atraerá bien la armadura del electro-iman, y si la intensidad es mayor, el exceso de imantacion impedirá que dicha armadura se aleje, porque el resorte antagonista tendrá ménos fuerza de la necesaria para conseguirlo.

Como la intensidad de la corriente suele variar con frecuencia por las pérdidas que experimentan los conductores ó por otras causas, hay que arreglar los resortes á su medida, y para ello se hace que la estacion con quien se trasmite envie algunas corrientes eléctricas, para segun sea necesario estirar ó aflojar el resorte antagonista.

Cuando al recibir un despacho, la aguja se detenga con frecuencia sobre las letras de lugar par, es prueba de que la corriente no es lo bastante intensa para atraer la armadura y se debe aflojar el resorte. Si á pesar de esto la aguja continúa inmóvil ó se sigue deteniendo sobre las mismas letras, y el resorte está todo lo más flojo posible, se aproximan las barras de hierro dulce de la bobina por medio del tornillo *T* (figura 28, lámina 39), hasta que toquen la armadura, y

despues se separan lo extrictamente necesario para que ésta tenga algun juego. Si no obstante esto, la aguja no gira bien, la corriente no es lo bastante intensa para hacer funcionar al aparato.

Cuando la aguja se detenga sobre las letras de lugar impar, habrá que estirar el resorte, y si esto no bastase para dejarle con la tension conveniente, se separará el electroiman de la armadura por medio del mencionado tornillo *T*.

IV.

Trabajos de entretenimiento y conservacion.

De la buena conservacion y entretenimiento de los alambres, postes, aisladores y demás efectos de las líneas que unen las estaciones telegráficas y de la de los aparatos de éstas y comunicaciones que haya entre ellos y con la tierra, depende en gran parte la rapidez y facilidad de la trasmision de los despachos.

Reparaciones en las líneas. En las líneas nunca puede obtenerse una aislacion perfecta de las corrientes, pero debe procurarse que haya las ménos pérdidas de electricidad que sean posibles, observando y corrigiendo todos los defectos que se noten y que puedan ocasionar derivaciones ó averías, no descuidando para esto ningun detalle, por insignificante que parezca.

Con los conductores, el primer cuidado que hay que tener, es procurar que no se toquen los unos á los otros y que no se enreden, pues esto produce perturbaciones en la tramitacion de los despachos, que se conocen con los nombres de *contactos* y *cruzamientos*.

Para evitarlos conviene que los alambres estén siempre tirantes, por lo que á la entrada del verano habrá que estirarlos algo por la dilatacion que sufren á causa del calor,

aflojándolos en cuanto empiecen los frios para que no se rompan por su demasiada tension y no derriben los postes en las curvas y ángulos.

Cuando los extremos de los hilos con que se hacen los empalmes quedan sueltos, pueden establecer un cruzamiento con otros conductores y el mismo efecto causarian los filamentos de algodon que suelen dejar las locomotoras, los que arrastrados por el viento pueden colgarse entre dos alambres y dar lugar á derivaciones.

Si los cruces ó contactos son producidos por la rotura de los alambres, hay que proceder á recomponerlos anudando los extremos, y si proceden de las causas accidentales indicadas ó de cualquier otras, se evitarán separando con la horquilla los hilos que estén enredados, y quitando los trapos, alambres y papeles que haya colgados en ellos.

La mayor ó menor aislacion de las corrientes se debe al estado de los aisladores que sostienen los hilos, por lo que se procurará que la superficie de la porcelana esté bien limpia y que no se acumule en ella el polvo, pues en el tiempo húmedo formaria una pequeña capa conductora de la electricidad. El mismo efecto produce el humo de las locomotoras, y las emanaciones salinas del aire cerca de los puertos de mar.

Las telas de araña tejidas en el hueco de los aisladores, unen á éstos con los postes, y como en ellas se depositan las pajas y papeles trasportados por el viento, ocasionan tambien pérdidas de electricidad á causa de las derivaciones que producen en las corrientes, por lo que debe procurarse que los postes y los aisladores no las crien, quitándolas en cuanto se las vea.

Para esto se debe hacer una revista general en la línea á lo ménos cada año, hácia el fin del otoño, lavando los aisladores que estén muy súcios; en los puntos muy expuestos al humo de las locomotoras, como éste se incrusta con el

polvo sobre la porcelana, no bastará la limpieza para quitar la capa que se les forma, y los aisladores que estén muy ennegrecidos deberán reemplazarse por otros.

Los postes hay que renovarlos, como se ha dicho, si no están inyectados, cada 10 años próximamente, y cada 15 si lo estuvieren; pero además se reemplazan por otros, los que en las revistas anuales se encuentran muy rajados ó torcidos, rectificando la posicion de los que exijan.

Cuando á causa de un fuerte viento, ó por otro accidente, alguno de los palos viene á tierra, como esto produce el que cuelguen los alambres ó toquen en el suelo, y se produzcan derivaciones y cruzamientos, habrá que volverlos á colocar en su posicion primitiva.

Entretenimiento y reparacion de los aparatos. Todas las partes de los aparatos de las estaciones que estén descubiertas, deben tenerse siempre bien limpias, procurando que para hacer esta limpieza no se empleen los cuerpos duros que pueden rayar y estropear los metales y la madera.

Debe cuidarse además de que no haya objeto alguno sobre los aparatos, que los botones que sirven para establecer la comunicacion entre ellos estén bien apretados, y que los hilos que se atan á los polos de las pilas estén en buen estado de conservacion, puesto que los ácidos pueden producir algun deterioro en ellos.

Por regla general, los empleados de las estaciones no deben tratar de componer los aparatos estropeados, y cuando alguno de éstos no funcione bien ó se inutilice, deberá usarse algun otro que haya de repuesto ó pedirlo si no lo hay, devolviendo el inútil para su composicion.

Los cuidados que exigen cada una de las partes de que constan las estaciones telegráficas, son los siguientes:

Cuidados que exige el manipulador. Este deberá examinarse con frecuencia y minuciosamente, porque se desgas-

ta con rapidez en los puntos en que hay rozamientos. De éstos, los más considerables son en el eje de la manivela y en la ruedecilla que apoya sobre la rueda sinuosa que hay debajo de la esfera; uno y otro punto deben limpiarse bien para quitar el polvo y las materias extrañas que producen las adherencias.

Para sacar el eje de la manivela se levanta con una punta el disco de marfil que forma su parte superior, y se deja descubierto de este modo el tornillo que la sujeta, con lo cual se puede destornillar y limpiar bien el eje. La ruedecilla no se puede limpiar sino cuando se desmonta todo el aparato.

En ningun caso debe untarse con aceite el eje de la palanca *V D* (figura 39), para facilitar su movimiento, pues éste sirve para el paso de la corriente de la pila, y es indispensable que toque metálicamente á la palanca que establece la comunicacion con el boton *P*.

Entretenimiento del receptor. La caja en que está encerrado este aparato no se debe abrir más que en las ocasiones indispensables, y cuando no se pueda conseguir que funcione bien con solo el arreglo del resorte antagonista, que es la única correccion que admite el receptor, porque su marcha es ordinariamente regular y segura.

Cuando se tiene necesidad de abrir la caja es menester hacerlo con cuidado, y al volver á colocar su tapa debe procurarse que ésta éntre sin hacer esfuerzo alguno y que el eje del resorte corresponda al agujero por donde ha de meterse la llave que tiene para templarlo.

La distancia del electro-iman á la armadura y la amplitud de las oscilaciones de ésta, están arregladas por los constructores. La armadura se coloca siempre á $0^{m},0006$ del electro-iman y la amplitud de sus oscilaciones depende del montaje general del aparato, puesto que su varilla sirve de regulador al movimiento de relojería.

Esta magnitud no debe nunca modificarse y en cuanto á

la distancia entre la armadura y el electro-iman tampoco debe cambiarse, sino en los casos muy raros en que no baste para corregir el aparato, el arreglo del resorte.

Cuando esto suceda y haya que variar esta separacion, se desplaza el electro-iman, para lo cual se quita el tornillo que lo fija al soporte, dejando sin tocar la armadura: en ningun caso se deberá destornillar la placa que sujeta las bobinas, pues podria resultar, si se hiciese esto, que los extremos de las barras de hierro dulce no quedasen en un plano paralelo á la armadura, con lo que se perjudicaria bastante la marcha regular del aparato, y sería preciso hacer muchos tanteos para volver á colocar las bobinas en su posicion natural.

El movimiento de relojería no exige ningun cuidado de entretenimiento y sólo debe procurarse al darle cuerda hacerlo con precaucion para no romper el muelle y esperar en cada vez á que la haya gastado casi toda, es decir, á que el muelle en espiral se haya desarrollado por completo.

Arreglo de conmutadores. Las comunicaciones que ligan los conmutadores de la forma de la figura 32 no están expeditas para la electricidad si las superficies que sirven para establecer los contactos no están muy limpias y desprovistas de matérias grasientas, por lo que no se debe nunca engrasar estas superficies ni la del eje de giro de la manivela, como se podria creer que era conveniente para facilitar el movimiento. Si para el giro hubiera alguna dificultad, se desarmaria el conmutador y se le limpiaria por completo, empleando el alcohol para quitar las matérias extrañas adheridas al eje.

Los conmutadores suizos conviene que estén siempre verticales, y de este modo se sitúan, á no ser que sea absolutamente preciso darles otra disposicion; en este caso, si se colocan horizontalmente, para impedir que el polvo éntre en los agujeros que sirven para establecer las comunicaciones, conviene tenerlos tapados con clavijas de madera.

Cuando para establecer las comunicaciones se pongan las clavijas metálicas, hay que tener la precaucion de meterlas dando vueltas como si se quisiesen atornillar, en vez de pasarlas ó retirarlas brúscamente, con objeto de no disminuir la divergencia de las dos ramas en que está dividida su espiga. Si ésta separacion disminuyese, se enderezarian las puntas, separándolas un poco con un cuchillo.

Cuidados que exigen los galvanómetros. Las agujas imantadas de estos aparatos no conservan sus propiedades magnéticas sino cuando se han *orientado* y están colocadas léjos de piezas de hierro ó acero.

En todas las estaciones se procura que, en cuanto sea posible, se cumplan estas condiciones, y si en la posicion que se haya dado al aparato no son fáciles de obtener, se le cambia de sitio.

Cuando haya necesidad de trasportar un galvanómetro se debe sacar la aguja de su eje de giro, pues terminando éste por una punta muy aguda, que es la que causa la mayor parte de las veces la sensibilidad de la aguja, se alteraria rápidamente la exactitud de sus indicaciones, si no se tuviese esta precaucion.

Arreglo de los timbres. Los timbres sólo necesitan para funcionar bien que se conserve la distancia á que se coloca su electro-iman con relacion á la armadura que lleva el martillo, con objeto de que éste pueda tocar en la campana sin quedar demasiado unido á ella. En algunos modelos el electro-iman puede desplazarse por medio de un tornillo, y para graduar la separacion de su armadura, se unen los dos botones L y G (figura 36) á los polos de una pila formada con dos ó tres elementos de Daniell y se coloca el electro-iman á una distancia tal, que cuando la corriente pase por él y el martillo toque en el timbre, la armadura no toque ni en el electro-iman ni en el resorte.

Estos timbres no exigen más entretenimiento que lim-

piarlos con frecuencia, sobre todo en las superficies en que se produce el contacto del resorte con la armadura.

Cuidados de entretenimiento en los pararayos. Los pararayos de la figura 37 tienen un hilo metálico muy fino, por el cual pasa la corriente eléctrica ántes de llegar á los aparatos: la envuelta de seda de este hilo se quema cuando el conductor de la línea dá paso á cantidades considerables de electricidad, como suele suceder en las tempestades, las cuales producen grandes corrientes de electricidad atmosférica, y por esto despues de pasada una tormenta habrá necesidad de reemplazar los alambres para tener de nuevo preparado el pararayos.

La sustitucion de los hilos se hace del modo siguiente: se toma un trozo de alambre forrado, de $0^m,50$ de longitud próximamente, y uno de sus extremos se sujeta á un punto fijo; se quita del otro extremo parte de la envuelta de seda, y esta punta desnuda se coloca debajo de uno de los tornillos con que se sujeta la bobina *m* al pararayos, el cual se aprieta con cuidado para no romper el alambre: despues se introduce éste en la ranura en hélice que hay en la bobina hasta que pase de una rueda de marfil que la misma lleva y en la que termina la ranura. Haciendo luego girar á la bobina, se vá arrollando el hilo metálico con una sola fila de vueltas muy apretadas y al llegar al centro de *m* se le pasa á otra rueda de marfil, análoga á la anterior, y de ésta á otra ranura como la primera. El extremo del hilo que estaba fijo se descubre y se sujeta con otro tornillo, con las mismas precauciones que se tuvieron en la otra punta.

Si despues de puesto el alambre y colocada la bobina en el aparato se vé que sus extremos comunican con la tierra, se deduce de esto, ó que el hilo es malo, ó que por casualidad se ha hecho penetrar el tornillo que hace que comunique con la tierra en la ranura helizoidal del centro de la bobina, y entónces la punta del tornillo separa la envuelta del

alambre y establece la comunicacion con el suelo. Cuando esto sucede, basta para remediarlo, dar un poco de vuelta á la bobina entre los apoyos *n n'*.

Como el efecto que producen los peines metálicos de los pararayos es á causa de sus puntas, se deberán cambiar éstos por otros en cuanto estas puntas se estropeen, lo que suele suceder á consecuencia de alguna descarga eléctrica.

Trabajos de entretenimiento y conservacion en las pilas.—Con las pilas que generalmente se usan, los cuidados diarios de su entretenimiento son casi nulos; sin embargo, se las debe examinar todos los dias para asegurarse de que no se ha establecido un contacto accidental con alguna pieza metálica, que todos sus elementos están completos y que sus polos no están invertidos. Todos los puntos de union, los tornillos, las láminas de cobre y las puntas de los conductores que se atan á los pares, deben estar limpios y avivados por medio del ácido nítrico ó con la lima ó papel de lija. La produccion de la electricidad será tanto mayor cuanto más limpio y brillante esté el metal.

Ocurre con frecuencia que las láminas de cobre sumergidas en los vasos porosos se rompen al nivel del líquido que hay en estos vasos, y habrá que renovarlas ó hacer que lleguen á sumergirse por completo sobre la línea de la rotura, porque de lo contrario cesaria la continuidad del circuito.

Otra precaucion que hay que tomar con las pilas, es mantenerlas alejadas de los sitios demasiado frios durante el invierno, pues si se hiela el agua de las disoluciones, no solamente se dificulta ó cesa la produccion de la electricidad, sino que los vasos de arcilla y aún los de cristal pueden romperse. En las pilas Leclanché, el frio no es perjudicial, pues no se hiela el líquido que hay en ellas.

Los cuidados que exige cada pila son distintos, segun sean los elementos que la compongan. En las de Daniell,

consisten en quitar las sales ó eflorescencias que se forman en los bordes de los vasos y sobre las láminas de cobre; en mantener el agua en los vasos de cristal á un nivel conveniente, añadiendo ó retirando con una jeringuilla el exceso que se note, y en añadir los cristales de sulfato de cobre que sean necesarios. Esta pila debe cargarse cada tres meses próximamente.

En pilas Marie Davy hay que cuidar de no tocar con las manos la pasta con que se cargan, porque es venenosa á causa del mercurio que contiene: su entretenimiento consiste en quitar y limpiar las sales eflorescentes, y en mantener el nivel del agua más bajo que la soldadura del cobre y zinc. Estas pilas duran un año en buen estado despues de cargadas.

Los pares Callaud no exigen más entretenimiento que el cuidado de untar el cuello de las vasijas de cristal con un poco de aceite ó sebo en una extension de $0^m,02$ á $0^m,03$ de altura, pues esto evita la formacion de las sales eflorescentes. De tiempo en tiempo se reemplaza el agua que se haya evaporado en los vasos de cristal, y cada seis meses próximamente se les añaden unos cristales de sulfato de cobre.

Los elementos Leclanché no exigen ningun cuidado para su conservacion y uso; al cabo de dos años de estar en actividad es cuando se necesitará enviarlos á una estacion central para que se carguen de nuevo, añadiéndoles un poco de sal amoniaco, y que despues de cerrados completamente los devuelva ésta á la estacion á que pertenecen.

Cuando las pilas están bien acondicionadas, pueden funcionar sin necesidad de que se las desmonte con frecuencia, y en los casos en que sea preciso hacerlo, conviene separar y limpiar todas las piezas de sus elementos, procediendo para esto por órden de secciones, es decir, que se renovarán ó limpiarán primeramente la tercera ó cuarta parte de sus pares, y despues que éstos se hayan montado y sirvan algunos

dias, se irán limpiando del mismo modo los pares restantes.

La limpieza se hará en un barreño, frotando las piezas de zinc con una brocha gruesa ó con espartos arrollados, hasta que queden brillantes, y despues se enjugan y se las deja secar; al limpiarlas no se deben agarrar por las láminas de cobre á que están unidas, porque con facilidad se caerian á causa de lo débil de la soldura. En otro barreño se limpian los vasos porosos si los hay, vertiendo ántes el líquido que contienen, el cual se guarda para cargar de nuevo la pila, procurando no agitarle demasiado para que se deposite el resíduo que se forma por el zinc y el cobre descompuestos.

En la superficie interior de los vasos de arcilla de algunas pilas suele formarse un depósito de cobre que á veces les cubre en gran parte y es causa de que algunos se rompan, por lo que cuando esto ocurre hay que reemplazar el vaso estropeado por otro nuevo. Si las incrustaciones de cobre no son muchas, puede aprovecharse el vaso en que estén, arrancando las partes ménos adheridas, y para esto se emplea un cuchillo ó una herramienta análoga, cuya punta se introduce por las grietas que forma el cobre sobre la arcilla, cuidando de evitar todo esfuerzo que pueda rajar el vaso, siendo preferible dejar alguna incrustacion á que esto suceda.

Preparados así los vasos, se limpian perfectamente con la brocha ó con los espartos, colocándolos despues boca abajo donde puedan secarse. Generalmente se evita el inconveniente de la adherencia del cobre barnizando el trozo en que esto suele ocurrir.

Los cilindros de vidrio se limpian más fácilmente que los de arcilla, y esta operacion se ejecuta en otro barreño y despues se los pone á secar del mismo modo que á los anteriores: el agua que se emplea en todas estas limpiezas debe renovarse á menudo.

Cuando el agua de los vasos de cristal está limpia, se aprovecha tambien para cargar la pila despues de arreglada,

pues este líquido es preferible al agua completamente pura. Para ello se la traspasa con cuidado con objeto de separar los depósitos que haya en el fondo de cada vasija y despues se reparte entre todos los elementos de las pilas, los que se acaban de llenar con agua ordinaria.

En cada estacion conviene tener una pila de reserva para reemplazar la usual cuando ocurra alguna avería, y miéntras se limpia la que ordinariamente se tiene en actividad, si ésta consta de pocos elementos.

V.

Averías y perturbaciones.—Manera de conocerlas y remediarlas.

Averías de las líneas; pérdidas atmosféricas y constantes.—Por bien construidas que estén las líneas telegráficas, y aún cuando se ponga gran cuidado en su conservacion y en la limpieza y manipulacion de los aparatos, las comunicaciones eléctricas sufren con frecuencia entorpecimientos, debidos unas veces á causas constantes que debilitan los efectos de las corrientes, y otras á causas accidentales diversas, que perturban y alteran la marcha de estas mismas corrientes, y su accion sobre los aparatos.

A pesar de que los conductores se instalen en buenas condiciones y aún cuando se tenga mucha vigilancia sobre ellos, estos hilos no están nunca completamente aislados y una fraccion variable de la corriente se escapa por los postes y pasa á la tierra; además, otra parte de esta misma corriente se pierde por las capas de aire que hay en contacto con los alambres, pues un hilo metálico de $0^m,004$ de diámetro y de 800 kilómetros de longitud, que es la distancia que podria tener una línea telegráfica entre Madrid y Marsella, representa una superficie de más de 10.000 metros cuadra-

dos, y por débil que se suponga la cantidad de electricidad que siempre se escapa á la atmósfera, la pérdida experimentada por una superficie metálica de semejante extension no puede ser despreciable.

De esto se deduce que en una línea de gran longitud la intensidad de la corriente se irá debilitando á medida que ésta se aleja del punto de partida. En el estado normal de las líneas, éstas pérdidas de electricidad influyen algo en la distancia á que se puede llegar á trasmitir con cada corriente, pero no perturban nunca sériamente la trasmision de los despachos.

La disminucion que sufren las corrientes eléctricas, es más considerable en el tiempo húmedo que en el seco, y mayor durante las lluvias ó nieblas, pues con éstas el aire se hace mejor conductor, y como los postes y los aisladores se mojan, las pérdidas experimentadas por las derivaciones causadas por los palos telegráficos son necesariamente mayores.

Las tormentas producen en la atmósfera corrientes eléctricas que se trasmiten á los hilos, y como éstas son distintas de las producidas por las pilas, entorpecen y perturban el servicio telegráfico haciendo funcionar los aparatos y confundiendo así la trasmision de los despachos. Cuando las tormentas son lejanas, estas corrientes son irregulares y de poca duracion, si bien á veces tienen gran intensidad; pero cuando las nubes están próximas á las estaciones ó cuando se presenta una aurora boreal, es imposible hacer funcionar los aparatos telegráficos, necesitando esperar á que pasen estos fenómenos eléctricos para verificar las trasmisiones.

La accion de las tormentas no se limita sólo á producir corrientes sobre los conductores, pues algunas veces dan lugar á descargas entre las nubes y los alambres telegráficos, cuyas descargas pasan á la tierra por los postes, y otras veces saltan directamente del alambre al suelo, sobre todo cuan-

En cada estacion c
ra reemplazar la usual
tras se limpia la que ord
ésta consta de pocos elem

Averías y perturbaciones
remed

Averías de las líneas; pérd
tantes.—Por bien construidas q
cas, y aún cuando se ponga gran
cion y en la limpieza y manipul
comunicaciones eléctricas sufren c
mientos, debidos unas veces á causa
tan los efectos de las corrientes, y otra
diversas, que perturban y alteran la m
corrientes, y su accion sobre los aparat
A pesar de que los conductores se
condiciones y aún cuando se tenga much
ellos, estos hilos no están nunca completa

do cerca de éstos hay cuerpos buenos conductores, como los carriles de las vías: en el primer caso, se rompen los aisladores y se rajan ó se caen los postes arrastrando éstos los alambres, y en el segundo se cortan los hilos.

Tambien el frio intenso, encogiendo el alambre, puede producir su rotura, y áun en los países en que caen fuertes nevadas ó en los de grandes nieblas, combinadas con un frio intenso que hiele los vapores depositados en los alambres, se rompen éstos por su propio peso.

Cuando la línea telegráfica tiene más de un conductor y éstos están próximos, la corriente que pasa por uno de ellos produce en los otros otras corrientes débiles, las cuales, cuando se quiere trasmitir por los hilos en que existen, pueden perturbar algo la trasmision, y á veces, en circunstancias favorables, adquirir la intensidad suficiente para obrar por sí mismas sobre los receptores.

Las pérdidas eléctricas ocasionadas por las derivaciones de los postes y las que provienen del estado atmosférico, son en general permanentes, aunque variables en intensidad, pero sin que puedan anularse por completo; las pérdidas accidentales producidas por las tormentas, auroras boreales y demás fenómenos meteorológicos son variables en cantidad y en sus efectos, pero tampoco pueden evitarse, y todas ellas hay que tenerlas en cuenta, bien para graduar la fuerza de la corriente que sea necesario emplear en la trasmision de los despachos ó para suspender ésta hasta que pasen las causas que la perturban.

Pérdidas debidas á accidentes diversos. Además de las causas explicadas, las líneas eléctricas están sujetas á otros desperfectos casuales y fortuitos, los que segun su naturaleza y gravedad pueden interrumpir completamente la comunicacion entre dos estaciones ó solamente perturbar la trasmision.

Cuando un hilo telegráfico se rompe por un punto cual-

quiera, sus dos extremos suelen tocar en el suelo; y áun cuando las pilas de las estaciones que se comunican por este hilo continúen emitiendo electricidad, ésta pasará á la tierra y miéntras la rotura no se anude, la correspondencia telegráfica será imposible entre estas dos estaciones y las que con ellas comunicasen, pasando por la parte interceptada.

Si á consecuencia de un golpe de viento dos alambres próximos se enredan, se establece un punto de contacto permanente entre los dos conductores: la caida de un poste ó la de algun aislador puede causar el mismo efecto, y algunos cuerpos ligeros que floten en la atmósfera y se cuelgan de los alambres, la demasiada humedad de los postes ó algunos pedazos de hilos colgados sobre los conductores, con mala intencion, pueden hacer que comunique uno de ellos con otro.

En todos estos casos, toda corriente que pase por uno de los hilos, se divide necesariamente en el punto de contacto en tres partes: una que continúa su marcha como de ordinario, y las otras dos que recorren en sentidos contrarios el alambre ó alambres que se hayan unido, en cuyo caso puede suceder que las señales telegráficas trasmitidas en un sentido, se repitan en tantos puntos cuantos haya en comunicacion con los hilos puestos en contacto, resultando de aquí que los alambres no pueden funcionar con independencia, puesto que la corriente enviada por uno cualquiera pasará á todos los otros.

Esta avería es la que se ha dicho que se conoce con el nombre de *cruce* ó *cruzamiento*.

Los *contactos* no son más que cruces no continuados, ó sea, cruzamientos que aparecen y desaparecen casi instantáneamente. Todos los cruces pueden convertirse en contactos más ó ménos frecuentes si no son permanentes las causas que los producen: así, por ejemplo, dos hilos poco tirantes pueden, en los dias de viento, tocarse sólo cuando éste

los azote con más violencia. Si los contactos se observan con cierta regularidad, se llaman *contactos á intérvalos*.

Ordinariamente los cruzamientos y contactos no se hacen sensibles sino en los tiempos húmedos, en los que es preciso interrumpir el servicio por uno de los hilos; sin embargo, las estaciones á pesar de ellos pueden comunicar entre sí, pues es raro que la division de la corriente debilite tanto ésta que impida la trasmision.

Efectos análogos á los expresados pueden tambien producirse por diferentes causas, como una comunicacion anormal establecida entre dos conductores próximos ó entre un conductor y el suelo ó un muro húmedo, lo que crea una derivacion que sino interrumpe la correspondencia la hace por lo ménos difícil á causa de la pérdida de electricidad que experimenta la corriente trasmitida.

El efecto de esta derivacion depende en gran parte de la posicion del punto de la línea en que se verifique, y para una posicion dada la pérdida de la corriente varía segun el sentido en que se opera la trasmision, sucediendo que la misma causa que perturba apenas la comunicacion entre dos estaciones *A* y *B*, por ejemplo, cuando se trasmite de *A* á *B*, puede hacerla muy difícil en la direccion inversa de *B* á *A*.

Averías en las estaciones. En el interior de las estaciones telegráficas se producen algunas veces perturbaciones capaces de impedir ó detener la correspondencia entre ellas. Estos desarreglos ó averías se dividen en dos clases, una correspondiente á los aparatos eléctricos, y otra á las comunicaciones entre los mismos.

La mayor parte de las veces las perturbaciones ocasionadas por los desperfectos de los aparatos provienen de la rotura del hilo de la bobina del electro-iman, del mal contacto de la manivela del manipulador con el boton que corresponde á la pila, de la rotura del hilo del pararayos, de la

oxidacion ó alteracion de los apéndices polares de la pila, de una inmersion incompleta de las láminas de cobre, ó de que se aflojen los tornillos de presion que sirven para unir los diferentes alambres que ligan los aparatos.

Los hilos de los electro-imanes son los primeros que pueden sufrir por las tormentas, pues á causa de que tienen ménos diámetro que los de la línea, ofrecen más resistencia á las corrientes, y por lo tanto se calientan más: por esto sucede con frecuencia que el calor ocasionado por una descarga eléctrica que no estropea los conductores de las líneas, es, sin embargo, lo bastante fuerte para fundir los hilos del electro-iman ó para romperlos en cortos pedazos, que saltan en todas direcciones, acompañados de una pequeña detonacion.

Las corrientes atmosféricas pueden tambien desimantar los objetos imantados, especialmente las agujas de los galvanómetros, lo que se verifica con mucha frecuencia, y cuando esto sucede, por la posicion que toman las agujas y por el número de oscilaciones que hagan al desplazarlas, se deduce la alteracion que hayan sufrido, y si hay ó nó necesidad de volverlas á imantar.

Las agujas desimantadas por las tormentas casi nunca pierden completamente su virtud magnética, y haciéndolas atravesar por una corriente muy intensa, se volverán á su primitivo estado.

Sucede algunas veces que por haberse gastado el eje al rededor del cual gira la aguja, ésta cesa de oscilar libremente, y alejándola de su posicion y aproximando á ella el polo de un iman, no oscila ni vuelve al cero de la escala. Entónces es preciso desmontar el aparato y limpiar el eje hasta que se vea que se mueve la aguja fácilmente y con regularidad.

Entre las perturbaciones que pueden experimentar los receptores merece notarse la producida por la imantacion

de sus electro-imanes á consecuencia de una descarga eléctrica atmosférica; en este caso la armadura continúa atraida como si una corriente permanente pasase á través del electro-iman y el aparato no puede funcionar. Otras perturbaciones que pueden producirse en él, pueden ser causadas por la rotura del hilo de comunicacion con la tierra ó la pila, porque exista una comunicacion metálica entre dos *contactos* que no deben estar ligados ó porque se salga algun hilo de sus botones.

Cuando vários alambres de una línea comunican con la misma estacion telegráfica, un solo conductor sirve á veces para poner el polo negativo de la pila de la línea y todos los receptores de la estacion en comunicacion con la tierra. En estas condiciones una mala comunicacion con el suelo, puede producir perturbaciones perjudiciales á un mismo tiempo para la correspondencia por todos los conductores, por lo que convendrá más, como se ha dicho ántes, poner separados los hilos de tierra.

Efectos que producen las averías.—Medios de remediarlas.—Todas las averías y desperfectos expresados sólo se conocen en general dentro de cada estacion por las perturbaciones que se notan cuando se reciben ó se trasmiten los despachos telegráficos; así es que en cuanto se observe que se tropieza con alguna dificultad en las comunicaciones eléctricas, deberá buscarse cuál de las causas anteriormente indicadas puede producirla, la manera de evitar sus efectos y la de corregir las partes de la línea ó de la estacion que no presenten la disposicion conveniente.

La resistencia normal de la línea al paso de la electricidad y la intensidad ordinaria de la corriente emitida por la pila, se conocen por la desviacion regular y constante del galvanómetro, cuya aguja debe marcar siempre próximamente el mismo número de grados y en el mismo sentido, miéntras se trasmiten los despachos en condiciones regulares. La mis-

ma aguja habrá hecho conocer el número de grados que, en sentido contrario al anterior, corresponden á las corrientes que se reciben en la estacion en las condiciones ordinarias, de modo que, conocidas estas desviaciones, bastará observar el galvanómetro para conocer cuándo se produce alguna perturbacion en la marcha de las corrientes, bien sea dentro de las estaciones ó en las líneas.

Esto supuesto, las alteraciones que en el servicio telegráfico producen todas las averías indicadas anteriormente, son las que siguen:

1.ª *Se puede trasmitir bien, segun indica el galvanómetro, pero no se reciben los despachos de las otras estaciones.*—Si la trasmision es buena, indica esto que la marcha de la corriente es la normal, desde la pila hasta pasar á la línea, y que el defecto que impide las recepciones tiene que encontrarse en el trayecto que ha de recorrer la electricidad desde el boton del receptor en el manipulador hasta la tierra, por lo que será menester buscar la causa entre estos puntos, y sobre todo en las bobinas del electro-iman ó en la comunicacion con el suelo.

2.ª *Se puede trasmitir, pero la desviacion de la aguja no es la normal y no se recibe.*—En este caso se dice que la aguja está *invertida*, lo que prueba que la intensidad de la corriente ha aumentado á causa probablemente de que se haya establecido una comunicacion anormal con la tierra.

Para buscar si esta derivacion se encuentra ó no en la línea, hay que desatar el conductor del boton del tabloncillo de entrada en la estacion, y si probando á trasmitir, el galvanómetro no indica el paso de la corriente, la perturbacion está en la línea; pero si la desviacion de la aguja persiste, la avería está dentro de la estacion. En el primer caso, por una série de experiencias y cálculos que aquí no se pueden detallar, ó por la práctica de los empleados que observen las intensidades de las corrientes, podrá

indicarse el punto aproximado de la línea en que existe la avería, y en el segundo para encontrar entre qué dos aparatos está ésta, se ván aislando sucesivamente todos los alambres de los botones hasta que no se note desviacion al manipular, lo que indicará que entre este punto y el anteriormente tocado hay algun defecto y será fácil descubrir su causa.

Esta perturbacion proviene casi siempre de que quede descubierto en algun punto el alambre forrado de la bobina del pararayos.

3.º *Trasmision y recepcion imposibles; no hay desviacion en la aguja.*— La perturbacion consiste en este caso en una rotura del circuito, y para encontrar el punto en que se halle, se aisla el conductor á su entrada en la estacion, y se ata en su lugar el extremo de un hilo de prueba, el cual se pone en comunicacion con la tierra; si al manipular pasa la corriente por el galvanómetro en la forma ordinaria, la rotura está en la línea, y si no pasa, está dentro de la estacion.

En este caso, para conocer los puntos de rotura ó de malos contactos en las estaciones telegráficas, se toma el alambre de prueba, en el que se lleva un galvanómetro portátil, y se le une por un extremo al polo negativo de la pila, cuidando de desatar ántes el hilo de tierra, y con el otro extremo del hilo se tocan sucesivamente los diferentes puntos del conductor de la pila hasta llegar al boton de la línea. Es evidente que si la rotura ó el mal contacto existe entre las comunicaciones eléctricas que ligan la línea á la pila, se deberá encontrar de esta manera el punto defectuoso, pues se producirá en cuanto se pase de él la inaccionrepentina del galvanómetro. Si no se encuentra defecto es que la solucion de continuidad ó el mal contacto existe en la misma pila y entónces se examina ésta tocando sucesivamente con el extremo del alambre las diferentes placas de comunicacion que ligan los elementos

entre sí, para descubrir si hay alguna comunicacion imperfecta, ó alguna plancha metálica rota ó sin tocar en el líquido, ó si se han gastado alguno de sus elementos.

La prueba más pronta en las pilas consiste en poner en comunicacion sus dos polos por medio de un arco metálico, pues en este caso, si la pila está corriente, salta una pequeña chispa eléctrica.

4.° *Trasmision imposible; no hay desviacion y se recibe bien.*—En este caso la corriente de la pila estará interceptada, ó no se producirá bien, ó habrá un mal contacto en el manipulador, ó una rotura en el hilo que vá de éste á la pila, ó una interrupcion en la misma pila, cuyas averías son todas fáciles de comprobar.

5.° *Trasmision y recepcion posibles, pero con desviaciones débiles en el galvanómetro.*—En este caso debe haber una ó várias derivaciones en el circuito y en general estarán en las líneas, aunque convendrá, ántes de intentar la reparacion, asegurarse de que la estacion está corriente, para lo que se irá tocando con el hilo de prueba en los diversos aparatos.

6.° *Trasmision y recepcion buenas, pero se recibe al mismo tiempo por vários hilos.*—Esto indica que hay contactos ó cruzamientos en la línea, ó una comunicacion entre los alambres dentro de la estacion; se distingue cuál de estas dos averías ocurre, aislando á su entrada los hilos que se suponen mezclados, y si entónces funciona un solo aparato con la corriente de la pila, los hilos dentro de la estacion están bien, y si persisten los contactos ó cruzamientos, se van aislando los hilos en todos los aparatos, hasta que se encuentre su punto de union: comunmente los conmutadores suizos son la causa de esta clase de averías, porque en ellos se reunen muchos hilos dentro de cada estacion.

Observaciones. En general siempre que en una estacion telegráfica se note alguna perturbacion en el servicio, bastará hacer una revista minuciosa para encontrar los de-

fectos que la produzcan, y para esto, ante todo, se deben apretar los tornillos y botones de comunicacion y ver si los conmutadores están bien colocados; se examina igualmente si hay algun objeto metálico sobre los alambres de la mesa de manipulacion, porque se pueden establecer falsas comunicaciones con una pluma ó portaplumas, la armadura metálica de unas gafas, unas pinzas, tijeras, cuchillos, llaves, agujas, los galones de una gorra, etc., y si no se nota ninguno de estos descuidos, la perturbacion debe ser producida por accidentes eléctricos ó faltas en las comunicaciones.

En este caso, para poder conocer y remediar los defectos, lo primero que debe hacerse es ver si, como se ha indicado, están dentro de la misma estacion ó fuera de ella, pues todas las averías que se noten pueden proceder de causas interiores y por lo tanto no se debe poner en movimiento el personal de vigilancia que deba recorrer la línea para corregir la perturbacion notada, sin haber registrado ántes la estacion, habiéndose asegurado de que está franca.

Dentro de la estacion no se debe hacer una prueba parcial, ni un empalme, ni tocar un tornillo, ni un resorte, sin haber concebido una sospecha fundada del punto en que esté la avería y de la causa que la motiva, teniendo además la conviccion de poderla remediar.

En los aparatos se ha de examinar ántes de hacer variacion alguna si están convenientemente arreglados, teniendo en cuenta el grado de humedad del aire, pues el quitar y poner tornillos, aflojar ó estirar con vaguedad y precipitacion los resortes, etc., causan una pérdida de tiempo y estropean inútilmente el material.

En las líneas, las derivaciones extraordinarias se precaven de igual manera que las normales, enviando corrientes de más intensidad que las ordinarias por las mayores pérdidas que han de sufrir.

Despues de las grandes tempestades ó fuertes vientos,

ó cuando se tenga noticia de que ha ocurrido alguna avería en la línea, deberá recorrerse ésta para corregir sus desperfectos, y esto mismo debe hacerse siempre despues de una nevada, sacudiendo con un baston los alambres para que caiga la nieve.

Las averías que interrumpen la línea, y por lo tanto el servicio, se deben reparar aunque sea provisionalmente en seguida que se noten. La mayor perturbacion es la producida por la rotura del alambre, y por lo mismo debe procurarse reunir inmediatamente los extremos, anudándolos de una manera estable despues de haberlos colocado uno sobre otro. Si por resultar corto el alambre no se pudiera anudar, se añadiria un trozo de hilo metálico cualquiera, de hierro ó cobre; si faltasen los aisladores, se atarian los hilos con una cuerda á los postes.

APÉNDICE.

MATERIAL MÓVIL.—DATOS Y FÓRMULAS.

APÉNDICE.

MATERIAL MÓVIL.—DATOS APLICABLES Á LOS TRABAJOS EN LAS VÍAS FÉRREAS.

I.—Indicaciones sobre el material móvil.—Elementos de que consta.—II.—Diferentes clases de vehículos.—Composicion de los trenes.—III.—Vagon de socorro.—Modo de encarrilar una locomotora.
IV.—Trazado de las curvas de las vías.—Rectificacion de las que se encuentren estropeadas.—V.—Fórmulas y tablas que pueden aplicarse en las operaciones explicadas en los capítulos anteriores.—VI.—Datos relativos al material y obras de los caminos de hierro.

I.

Indicaciones sobre el material móvil.—Elementos de que consta.

Las tropas encargadas del asiento y reparacion de las vías férreas necesitarán en muchas ocasiones ocuparse en la formacion de los trenes, bien á causa de ser escaso el personal dedicado á este servicio en las estaciones, ó porque á consecuencia de un descarrilamiento deban ayudar á poner sobre la vía los diferentes carruajes y furgones de que se compusiera el tren descarrilado.

Para que estas tropas puedan ejecutar las maniobras necesarias para el enganche y desenganche de los vehículos, conviene que conozcan los detalles que á continuacion se

exponen, así como las operaciones á que dá lugar la formacion de los trenes.

La parte principal de todos los vehículos (lámina 2, Apéndice) es un bastidor, el cual está sostenido sobre los *ejes* de las *ruedas* y sobre el cual descansa la *caja* del carruaje ó furgon donde entran los viajeros ó se encierran las mercancías.

Este bastidor reposa sobre unos *resortes de suspension* que á su vez apoyan sobre los ejes por el intermedio de unas *cajas de engrase*, las cuales están sostenidas por las *placas de seguridad*, y sirven para guiar al eje sosteniéndole normalmente al bastidor, y permitiéndole el movimiento vertical que ocasiona la flexion de los resortes.

Ejes de las ruedas. Estos son de hierro y su forma general es la de la figura 1, lámina 1.ª del Apéndice: su parte central *d* es cilíndrica y de $0^m,13$ de diámetro, y las *c* son cónicas, de $0^m,3$ de longitud y $0^m,13$ y $0^m,15$ de diámetro en sus bases. En *b* es donde se fijan las ruedas, y estas partes tienen $0^m,125$ de diámetro y $0^m,182$ de longitud; los muñones *a* tienen $0^m,85$ de diámetro y $0^m,17$ de longitud.

Los coches y vagones no tienen en general más que dos ejes, y las máquinas casi nunca ménos de tres. La distancia entre los dos de los vagones suele ser de $2^m,40$, $2^m,70$ y $2^m,75$, siendo la de $2^m,70$ la más usual, aunque tambien los hay que tienen sus ejes separados á 3 metros. Para los carruajes de viajeros esta distancia es ordinariamente de $3^m,50$. En las locomotoras la separacion de los ejes extremos varía entre 3 y 5 metros, siendo ordinariamente de 4 metros y algunas veces llega á 6 metros para las máquinas de cuatro ó más ejes.

Ruedas. Las ruedas (figura 2) son de fundicion y están fuertemente unidas al eje con el cual giran: tienen unos rebordes *a* colocados en la cara que vá al interior de la vía, los que están destinados á guiar los coches entre los carriles; estos rebordes son de $0^m,03$ de altura en los carruajes y vagones y de $0^m,04$ en las locomotoras: la distancia entre las

caras interiores de los correspondientes á las dos ruedas de cada eje es 0m,09 menor que la que existe entre los bordes interiores de los carriles, y como cada uno de aquéllos tiene un espesor de 0m,03, resulta de cada lado de la rueda un juego de 0m,015, que es al que se llama *juego de la vía*.

Las llantas de las ruedas son cónicas, con objeto de disminuir los rozamientos sobre los carriles, y esta conicidad es de $\frac{1}{20}$ como la inclinacion del carril. Su diámetro en los coches varía de 0m,90 á 1 metro, y en las locomotoras y ténders entre 1 y 2 metros.

Muelles de suspension. Para hacer más suave el movimiento que se produce en los coches durante la marcha de los trenes, las cajas de éstos donde entran los viajeros, están sostenidas sobre los ejes de las ruedas por el intermedio de unos muelles *m n* (figura 3), compuestos de planchas de acero, clavadas unas sobre otras en la disposicion que indica la figura.

Para que los muelles cumplan bien con su objeto, deben ser largos y planos: pues sólo cuando fuesen muy enérgicos los esfuerzos que hubieran de destruir, es cuando podrian ser convenientes los muy curvos.

Cajas de engrase. La figura 4 representa una de las formas que pueden tener estas cajas. En general se componen de tres partes, que son: el cojinete, la caja ó envuelta y el depósito donde se coloca la materia lubrificante. El cojinete es de bronce, y la caja que es de fundicion de buena calidad, recibe en su fondo la grasa que cae del muñon del eje.

Esta grasa se echa por la abertura *b*, que está cerrada con una tapadera como se vé en la figura; el depósito donde cae la grasa se comunica por los agujeros *n n* con el cojinete en que está encerrado el muñon del eje.

Sobre este depósito, en *c*, es donde apoya el muelle de suspension que sostiene la caja de los coches y vagones.

Plancha de seguridad. Inmediatamente unidas á los largueros del bastidor, van las planchas de seguridad *a* (figura 9), que son piezas de palastro de la forma indicada en la misma, las cuales sirven para mantener el eje de las ruedas en su posicion, por medio de las cajas de grasa.

Esta caja no entra ajustada entre las dos ramas de la plancha de seguridad, sino que éstas dejan una holgura de 0m,005 á 0m,01, para que el eje de las ruedas pueda tomar alguna inclinacion.

Resortes. Para atenuar los efectos de los choques y los movimientos bruscos en las paradas y al empezar á andar los trenes, la traccion de los carruajes se ejerce por el intermedio de resortes *m n*, colocados en el bastidor y en las posiciones que marcan las figuras 11 y 12 de la lámina 2. En el centro de ellos se unen á la barra de atalaje *P*, la que termina por un gancho *c* de la forma que se vé en las figuras 5 y 7, lámina 1.ª

Cadenas de seguridad. A uno y otro lado del gancho de atalaje y á una distancia de éste de 0m,50 próximamente, se colocan dos cadenas (figura 8) llamadas de seguridad, las que están terminadas por ganchos y tienen una longitud tal que no funcionan al mismo tiempo que la manija de enganche y sólo sirven para cuando ésta se rompe. Conviene que estas cadenas sean muy fuertes, de buen hierro y es útil colocar entre el travesero y la tuerca á que se unen una roldana de caoutchouc.

Manija de atalaje. La union de un vehículo con otro se verifica por medio del aparato (figuras 6 y 7) que cada coche lleva unido en el centro del travesero debajo del gancho (figura 5), como se vé en la figura 7. El tornillo de la manija es de dos roscas, una á derecha y otra á izquierda, de modo que haciendo girar la palanca *B* se aproximan ó separan los carruajes unos de otros.

Topes. Los topes *t* (figura 9) y *a b* (figura 11, lámina 2)

son unos platillos de hierro que á veces están forrados de madera y que se colocan de modo que los que ocupan los extremos de una misma diagonal sean planos, y convexos los de la otra, de forma que uniendo un carruaje á otro por cualquiera de sus extremos se tiene siempre un tope convexo á la izquierda y otro plano á la derecha. La distancia que separa los topes de eje á eje es variable, pero en general está dada por la colocacion de unas barras que hay unidas á los resortes, y que van al lado de las caras interiores de los largueros del bastidor. Estas barras atraviesan sus traveseros de cabeza por medio de unos cilindros *b'*, llamados falsos topes, los que sirven para guiar los movimientos.

Bastidores. Los bastidores deben ofrecer una base sólida á la caja del carruaje, la cual se fija sobre ellos por medio de escuadras de hierro: son de dos clases, de hierro y de madera; los de las locomotoras son de hierro, y en general se emplean los de madera para los coches y vagones.

Todos los de éstos están formados de dos largueros *A A* (figuras 11 y 12) y de dos peinazos ó traveseros extremos *B*, y otros cuatro ó cinco intermedios, que en union de una cruz de San Andrés *D D*, dan al sistema la resistencia conveniente.

La cruz por la parte superior enrasa con los largueros y traveseros y por la inferior queda más alta que las piezas del bastidor, dejando un espacio donde se colocan los resortes *m n* y formando el conjunto una especie de suelo que proporciona á la caja el apoyo conveniente.

II.

Diferentes clases de vehículos.—Formacion de los trenes.

La forma de las cajas de los diferentes vehículos de los caminos de hierro, varía segun sean éstos para viajeros ó

mercancías, y en cada una de estas clases las hay de diferentes tipos.

Carruajes de viajeros. Existen de tres clases distintas, denominadas de primera, segunda y tercera clase.

Los de primera (figuras 13 y 14), se componen en general de tres departamentos, conteniendo cada uno de éstos ocho ó diez localidades; los de segunda, tienen cuatro separaciones y contienen cada una diez asientos; son ménos cómodos que los anteriores, y además, los tabiques que dividen unas localidades de otras no llegan á veces hasta la parte superior como en los de primera.

Los de tercera tienen diferentes distribuciones, conteniendo cada carruaje 40 asientos; son ménos cómodos que los de segunda, y no todos tienen vidrios para poder cerrarlos y evitar los efectos de la intempérie.

Todos ellos tienen las portezuelas para el ingreso y la salida colocadas en las dos caras laterales de la caja y de modo que se puedan cerrar por medio de una aldabilla giratoria ordinaria y de un picaporte colocado más bajo.

Para subir á los carruajes, llevan éstos los estribos necesarios, uno delante de cada portezuela y además otro *a* más bajo y corrido, el cual no se emplea sino cuando los coches están fuera del andén.

Las cajas son de madera y están forradas de chapa de hierro: su forma exterior en los coches de primera es como representan las figuras.

Los vagones de mercancías están establecidos bajo los mismos principios que el material de viajeros, sin más diferencia que la de ser todas sus partes más toscas: los bastidores de éstos pueden ser de madera, hierro ó mixtos, y su sistema de construccion y composicion en general es la explicada: sus muelles de suspension son más rigidos, más cortos y de mayor flecha; los largueros están colocados sobre los muelles por medio de un casquillo de fundicion, y las plan-

chas de seguridad se hacen más gruesas para evitar que cedan en los choques; pero en cambio su rigidez hace que éstos sean trasmitidos á los ejes con mayor intensidad.

Plataformas. Los vagones de esta especie están desprovistos por completo de costados, ó si los tienen son muy bajos, de modo que sólo salen de $0^m,20$ á $0^m,40$ por encima del bastidor; éstos costados pueden ser fijos ó giratorios por medio de charnelas; siendo más conveniente que los testeros sean los giratorios, pues de este modo pueden cargarse piezas de mayor longitud que la que tengan las plataformas.

Estos vehículos unas veces están provistos de un encerado, con el cual se cubren, por medio de cuerdas, las mercancías cuando su clase lo exige, y otras veces no llevan este toldo sino en los casos necesarios.

Vagones descubiertos de bordes altos. Esta clase de vagones es la que más se emplea, y su forma más usual es la de las figuras 9 y 10, lámina 1.ª; los costados trasversales tienen comunmente la forma de la figura 10, terminando en ángulo ó en arco de círculo y están reunidos generalmente por una pieza longitudinal que los arriostra y sobre la que se puede colocar fácilmente su toldo ó cubierta.

Vagones cerrados. Estos son convenientes para las mercancías que deben llevarse precintadas ó para las que deben ir á cubierto; sus cajas son casi siempre rectangulares y de caras rectas; están provistas de puertas laterales de madera, en cuya parte inferior llevan unas poleas que ruedan sobre una platina fuerte de hierro, y que además están suspendidas por unos anillos que hay pasados en una varilla que sostiene la puerta.

Estos vagones suelen tener unas ventanas, que se mueven entre correderas verticales, usándose los que no las tienen para las mercancías precintadas, y los que las llevan, para conducir el ganado ó los efectos que necesitan estar en espacios ventilados.

Composicion de los trenes. Conocida la forma de los carruajes y la de los furgones que entran en la composicion de los trenes, la disposicion con que se colocan en éstos cada uno de los vehículos, varía segun la clase de trasporte que haya de hacerse.

En el servicio normal de los caminos de hierro, se distinguen cuatro especies de trenes.

1.° Los trenes de *mercancías* de pequeña velocidad.

2.° Los trenes *mixtos* de viajeros, que se detienen en todas las estaciones y marchan con velocidad mediana.

3.° Los trenes directos ó *correos*, que sólo deben detenerse en las estaciones principales y á lo más dos veces por hora y deben caminar con gran velocidad.

Y 4.° Los trenes *expresos*, que marchan con gran velocidad y apenas se detienen en alguna estacion intermedia del trayecto total que han de recorrer.

Para componer cada uno de estos trenes hay que llevar los coches y vagones desde los depósitos de las estaciones á las vías en que se han de formar, y para esto hay que hacer várias maniobras en los cambios de vía y en las placas giratorias con objeto de colocar los vehículos en el órden y en la disposicion conveniente: estas maniobras dependerán de la situacion de cada uno de los coches que hayan de emplearse.

Los carruajes y vagones que se hallen sobre una vía distinta de la que ha de servir para la formacion del tren, se llevan á ésta á brazo por cuatro ó seis hombres, los cuales los arrastran por las vías trasversales en que están las placas giratorias ó los llevan hasta el cambio de vía que enlaza la suya con aquella á que se han de trasladar. Con este objeto, dos hombres se colocan de espaldas apoyados contra el vagon entre los topes y los ganchos, y andando hácia atrás le empujan para que ruede: otros dos hombres puestos de cara al vehiculo y fuera de la vía ayudan á los primeros, empujando cada uno en un ángulo del coche.

Cuando el coche ó vagon llega al punto en que se ha de unir á los demás del mismo tren, los encargados de la formacion de éste, colocados fuera de la vía y al lado del sitio en que se ha de dejar, avisan á los otros que suspendan el movimiento y enganchan su manija y cadenas al último coche colocado con el tren, apretando el tornillo hasta que los topes de los dos queden tocándose.

Los topes contíguos deben estar en contacto, pues de este modo se evita el movimiento de balanceo, el cual en los carruajes de viajeros, además de ser muy incómodo, es peligroso, pues podria producir descarrilamientos; en los trenes de mercancías no se procurará satisfacer tanto esta condicion, y además casi nunca puede hacerse un enganche regular.

Si alguno de los vagones ha de cambiarse de direccion, se ejecuta este movimiento en las placas giratorias por los mismos hombres que lo llevan, calzándole sobre los carriles de la placa, y haciendo que ésta se vuelva, empujando sobre los topes del coche desde fuera de ella: generalmente bastan dos hombres para esta operacion si los aparatos están bien montados y engrasados.

En la composicion de trenes hay que tener en cuenta las observaciones siguientes:

1.ª No hacer entrar en cada uno más que el número de vagones necesarios para el trasporte que haya de efectuarse.

2.ª Colocar los vagones más pesados á la cabeza del tren para que los atalajes de los demás no tengan que resistir tanto.

3.ª No enganchar más que los carruajes que estén en buen estado de servicio, procurando que todos ellos vayan en lo posible igualmente cargados.

4.ª Aproximar cuanto se pueda los vehículos los unos á los otros, y si hay vários cerrados y otros descubiertos, los de cada clase deben ir reunidos sin mezclarlos con los de otra forma.

La locomotora debe ir siempre á la cabeza del tren y en cada uno de éstos no debe ir más que una sola máquina. Si fuera absolutamente preciso, podrán ponerse dos, pero en ningun caso más, y las dos á la cabeza del tren.

Entre las locomotoras y los carruajes de viajeros, se colocan á lo ménos uno ó dos furgones de equipajes; unidos á éstos deben ir los coches de tercera, pero sólo la mitad de los que haya de llevar el tren, pues la otra mitad vá á la cola del mismo: en el centro se enganchan los coches de primera clase y entre éstos y los de tercera se reparten por ámbos lados los de segunda.

El número máximo de carruajes que éntre en cada tren se arregla por los reglamentos especiales que tiene cada compañía, segun las líneas que hayan de recorrerse.

III.

Vagon de socorro.—Modo de encarrilar una locomotora.

Vagon de socorro. Para remediar provisionalmente los desperfectos que ocurran en las vías férreas, se tienen preparados en las estaciones principales, vagones llamados de socorro, en los que están dispuestos los aparatos y herramientas necesarias para reemplazar los carriles que se estropeen á causa de algun descarrilamiento ú otro accidente, sustituir algunas bridas que se hayan roto, poner las escarpias y pernos que falten, encarrilar las locomotoras y vagones que se hallen fuera de la vía y remediar á la ligera todos los pequeños deterioros del material fijo y móvil que sea preciso componer para que puedan marchar los trenes, hasta tanto que las secciones encargadas del asiento y reparacion de la vía la arreglen definitivamente, y que trasportados á los talleres los coches y máquinas se puedan componer los desperfectos que presenten.

La disposicion del vagon de socorro es variable en cada compañía de ferro-carriles, pero en general es como marcan las figuras de la lámina 3. Este, como se vé, consta de dos partes, una *A* análoga á los furgones de mercancías, y otra *B*, semejante á las plataformas con bandas, de modo que viene á tener la forma de dos medios vagones de cada una de estas clases que estén unidos por su mitad.

La parte *A* está dispuesta interiormente como indican los córtes y planta: *a* y *a'* son dos arcas ó cajas grandes unidas á los costados del trozo semejante al furgon, y cuyas tapas pueden servir de asiento á las personas que deban ir en este vehículo.

En la caja *a* se conservan tres ó cuatro cadenas de atalaje y un par de manijas, tres ó cuatro barras y otros tantos zapapicos, dos azadas, dos serruchos, un hacha, una azuela, seis ó siete llaves de várias clases, inglesas y de una ó dos bocas, otras tantas de carraca y alguna de las herramientas necesarias para armar y desarmar las ruedas de los coches, y várias bridas.

En la *a'* hay hachones de viento, cuerdas delgadas, trapos, faroles y aceiteras.

Entre estas dos cajas, y algo más elevada que ellas, hay una mesilla empotrada en el frente del vagon, como se vé en *b* y sostenida en el suelo por dos patas *b'*: ésta mesa tiene dos cajones, en los que se guardan los buriles, cortafrios, martillos, pernos, clavos, escarpias, etc., es decir, toda la herramienta menuda.

Sobre la mesa, ó mejor, colgadas á las paredes del vagon, deben tenerse unas cuerdas de las llamadas betas, una trócola y várias poleas.

Los pequeños armarios *d* y *d'* están colocados uno en frente de otro y en la parte superior del carruaje, dispuestos, el *d* para recibir los efectos que en cada caso, segun el accidente ocurrido, sean necesarios, además de los que ya hay

en el vagon, y encerrando el *d'* trapos limpios, vendajes, platos, vasos, etc.

En el centro, en *c*, hay un hornillo de cok, cuyo tubo sale por *x*; sirve para las pequeñas composturas que haya necesidad de hacer y para la calefaccion en el invierno.

El espacio que queda libre entre el hornillo y las cajas lo ocupan cuatro ó seis gatos grandes de doble movimiento (figura 17 *B*, lámina 18), debiendo ser los que se lleven de distintos tamaños; además hay otros cuatro ó seis gatos ordinarios para los vagones, un yunque y varias encarriladeras derechas é izquierdas.

En la parte *B* del vagon hay dos cajas *m m'* que se abren hácia afuera, levantando su costado, el cual gira hácia arriba. La *m* ocupa todo el largo de la plataforma y lleva una cadena de eslabones gruesos, de 80 metros de longitud, y otras varias cortas de diferentes tamaños; la *m'* está dividida en dos y en ellas se llevan cuñas y calzos, mangos para las herramientas y otros hachones además de los de la caja *a'*.

Entre estas dos cajas *m* y en el fondo de la plataforma se colocan pedazos de carril ó carriles cortados y trozos de madera de distintas formas y tamaños, para los que se suelen aprovechar las traviesas y cachas inútiles.

Debajo del vagon y sostenidos por los estribos *g* que hay en sus dos frentes, se ven ocho ó diez carriles enteros, cuyo objeto es sustituir á los que se hallen inutilizados en la vía. Por último, en el costado *a' m'* vá un espeque, colgado de ganchos ó anillas clavados en el larguero del vagon: en el otro lado puede llevarse otro espeque ó alguna otra herramienta que al conocer la avería que hay que reparar se conceptúe necesaria.

Estos vagones, con todos sus útiles, herramientas y materiales se consideran como un sólo aparato; deben estar siempre completos para atender con ellos á los accidentes que ocurran, y se tendrán preparados en un sitio en el cual se

puedan sacar con prontitud, ya sea á brazo ó con la máquina sin necesidad de hacer grandes maniobras.

Deben tenerse siempre perfectamente engrasados y dispuestos para poder circular por la vía; los útiles, herramientas y demás efectos que contienen deben estar en disposicion de poderse usar en el acto que se necesiten, conviniendo que sólo se empleen en los casos de accidentes y de ningun modo en otras obras ú operaciones.

En cada vagon debe tenerse un inventario de los efectos que haya en él, para calcular con facilidad si para un desperfecto ocurrido serán necesarias algunas otras herramientas y poder siempre comprobar, despues de remediada una avería, si existen todos los objetos que se emplearon ó si alguno ha sufrido extravío.

Modo de encarrilar una locomotora (1). Para poner en carriles una máquina, se empieza por calzar las cajas de grasa con cuñas de madera, apoyándolas en la parte inferior de las placas de seguridad, con objeto de que al elevarse el bastidor se eleven al mismo tiempo los ejes y ruedas. Tambien hay necesidad de acuñar por encima todas las cajas de grasa, lo que se hace con calzos colocados entre la cara superior y la abertura de las placas de seguridad, para que al levantar la locomotora por una cabecera ó traviesa no descienda por el extremo opuesto, á causa de la flexibilidad de los muelles, los que pudieran romperse bajo la excesiva carga que sobre ellos gravitaria.

Hecha esta operacion se sujetan las ruedas que no se hayan salido de los carriles, para impedir que se muevan hácia adelante ó hácia atrás; y se levanta el bastidor del lado del eje descarrilado por medio de la carraca ó gato de doble movimiento.

---

(1) Este método está tomado de la obra *Traccion en vías férreas*, escrita por el comandante de ejército, capitan de Ingenieros, D. José Marvá.

La carraca ha de apoyarse sobre una base sólida, pues de lo contrario se hundiria en el suelo, bajo el peso que ha de levantar; para formar esta base se desmonta el balasto y se colocan sobre las traviesas, ó sobre la capa del terreno, unos trozos de tablon, que sirviendo de apoyo reparten al mismo tiempo la presion sobre una mayor superficie. A medida que las ruedas descarriladas se elevan bajo la accion de los gatos, se calzan por debajo con cuñas, para no perder el trabajo hecho en el caso de que éstos se inutilizasen, ó por si hubiera que separar estos gatos para colocarlos sobre una base más elevada, que les permita continuar su accion.

Si al descarrilar la máquina queda dentro de la vía, pero con todas sus ruedas fuera de los carriles, se vuelve á su posicion ordinaria del modo siguiente: se colocan cada par de sus ruedas sobre un carril situado trasversalmente y de plano sobre los de la vía, pero de modo que el correspondiente á cada dos ruedas quede paralelamente á los de las otras, y todos, en cuanto sea posible, perpendiculares á la vía principal. Esta operacion presenta pocas dificultades, pues basta elevar la máquina con los gatos hasta que pueda introducirse el carril por debajo de las pestañas de las ruedas.

Hecho ésto se engrasan bien los carriles trasversales, y sobre ellos se empujan las pestañas de las ruedas con espeques, gatos, etc., hasta que la máquina venga á quedar á plomo sobre la vía, en cuyo caso se la levanta por los extremos para quitar los carriles que han servido de soportes, y la máquina descenderá, apoyándose por las llantas de sus ruedas, en su posicion ordinaria.

Si en el descarrilamiento la máquina hubiera quedado léjos de la vía, habrá que establecer una vía provisional para conducirla á su puesto.

Si cuando descarrila la máquina queda muy inclinada hácia un lado, se le pondrá derecha ántes de comenzar las

maniobras explicadas, y en caso de haber volcado por completo, se necesitan armar dos fuertes cábrias para levantarla.

Los carruajes y vagones descarrilados, se encarrilan de un modo análogo á lo expuesto, pero más fácilmente, pues no habrá necesidad de construir la vía provisional, sino poner únicamente unos tablones en el camino que hayan de recorrer sus ruedas hasta llegar á la vía.

Encarriladas las máquinas y vagones, ántes de formar el tren será forzoso reconocerlas minuciosamente, para tener el convencimiento de que no han experimentado alguna avería que les impida rodar sobre los carriles, y aunque el resultado del reconocimiento sea satisfactorio, convendrá marchar con pequeña velocidad, observando atentamente el juego de todas las piezas, con especialidad el movimiento de las ruedas.

IV.

Trazado de las curvas de las vías. — Rectificacion de las que se encuentren estropeadas.

Trazado de las curvas. Para unir dos alineaciones rectas consecutivas, se determina su punto de encuentro; el ángulo α que hacen entre sí; los puntos de tangencia con el arco de círculo de rádio R que debe ligarlas, y la longitud de las tangentes que forman la prolongacion de esas alineaciones hasta su encuentro. Esta longitud está dada por la fórmula $x = \frac{R}{\text{tang.} \frac{\alpha}{2}}$

La manera práctica de marcar con piquetes la direccion del eje de la curva, varía segun la magnitud del rádio de ésta, los accidentes del terreno, etc., pudiendo escoger de

entre los medios que se indican á continuacion, el que presente más ventajas.

1.° Sean A y B (figura 1.ª, lámina 4, Apéndice) los puntos de tangencia de dos alineaciones rectas que prolongadas vienen á encontrarse en C.

Con ayuda de un grafómetro se puede dividir el ángulo formado por cada tangente $A\,C$ y $B\,C$ y la línea $A\,B$, que uniria los puntos de tangencia, en un cierto número de partes iguales; se busca despues el punto de interseccion de los rayos visuales dirigidos desde A á cada una de las divisiones de $B\,C$ con los que desde B se dirijan segun las divisiones de $A\,C$, pero en órden inverso, es decir, el primero de la estacion B, por ejemplo, con el último de la A, el segundo de la B con el penúltimo de la A, etc. Estas intersecciones darán otros tantos puntos de la curva, como se vé en la figura, y para trazarla se necesitan dos operadores y un ayudante, el cual irá clavando los piquetes en el punto de interseccion de los rayos visuales que se le marquen.

2.° Se determina por la fórmula (figura 2),

$$C\,D = \sqrt{A\,C^2 + R^2} - R,$$

la distancia del vértice C del ángulo α de las tangentes, al centro O del arco de union, y por consiguiente el vértice D de este arco, lo que permite fijar así los tres puntos de la curva A, D, B; para conocer otros dos E y F se emplea el cálculo siguiente:

$$\text{ángulo: } A\,G\,D = \text{ángulo } B\,H\,D = 90^0 + \frac{\alpha}{2}$$

$$A\,G = B\,H = R\,\tfrac{1}{2}\,\text{cotg.}\left(90 + \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\text{y en fin } G\,E = F\,H = \frac{R}{\tfrac{1}{2}\,\text{sen.}\left(90 + \frac{\alpha}{2}\right)} - R.$$

3.° Como en el caso anterior, se calcula la posicion del vértice *D* de la curva (figura 3), lo que dá tres puntos del arco de círculo. Para encontrar otros, se pueden levantar perpendiculares á las tangentes sobre el plano y llevar al terreno las longitudes deducidas de aquél. Las dimensiones obtenidas se comprueban por medio de la fórmula

$$x^2 + (R - y)^2 = R^2$$

y trazada la curva en el terreno, los ángulos formados por las cuerdas que unan cada punto de ella á los *A* y *B* han de ser iguales al ángulo *A D B* del vértice.

Este método es sencillo, pero no es completamente exacto.

4.° Cuando el vértice del ángulo de las tangentes no es accesible, se pueden construir las curvas por medio de ordenadas medidas en el plano y referidas al terreno y levantadas perpendicularmente á la cuerda *A B* (figura 4) que une los puntos de tangencia. Este procedimiento, como el anterior, sólo es aproximado.

5.° Conocida la longitud de las tangentes por el cálculo, se puede dividir el rádio de la curva en un cierto número de partes iguales x (figura 5), y determinar la longitud y de n á E por la relacion

$$y = \sqrt{x\,(2\,R - x)}$$

y obtenidos así un cierto número de valores de y, es fácil fijar sobre el terreno los puntos de la curva, llevando sobre las tangentes las longitudes $B\,m$ encontradas, y levantando perpendiculares á aquéllas en los puntos m, y tomando sobre éstos las longitudes x, $2\,x$, $3\,x$ que sirvan para determinar los valores correspondientes de y.

6.° *Método inglés.*—A partir del punto de tangencia *A* (figura 6) se toman dos magnitudes iguales *A a*, *a b*, y desde el punto *a* como centro, con *a b* por rádio, se describe un arco de círculo y se toma *b m* en el terreno segun la medida de la escala del plano; el punto *m* debe pertenecer á la curva;

se prolonga la recta $a\,m$ en la cantidad $m\,d = A\,b$; desde el punto c, centro de $m\,d$, se describe con $c\,d$ por rádio un arco de círculo, en el que se mide $d\,n = b\,m$; n es otro punto de la curva, y así se continúa hasta la otra tangente.

Si la curva así trazada no pasa por B, se ejecuta de nuevo la operacion, aumentando ó disminuyendo $b\,m$ en una pequeña cantidad.

7.ª *Método de las secantes.*—Sea A (figura 7) el punto de tangencia de una alineacion recta y de la curva de union; para determinar otro punto se toma sobre la tangente una longitud arbitraria $A\,b = c$, la cual varía con el rádio de la curva que se quiere trazar, entre 5 y 20 metros, segun indica el cuadro siguiente:

Valores de $\varepsilon = \frac{c^2}{R}$ para trazar las curvas cuyos rádios estén comprendidos entre 50 y 10000 metros.

RÁDIO.	ε para $c = 5^m$	RÁDIO.	ε para $c = 10^m$	RÁDIO.	ε para $c = 20^m$
50	500	250	400	800	500
60	416	300	333	850	470
70	357	350	285	900	444
80	312	400	250	950	420
90	277	450	222	1000	400
100	250	500	200	1050	381
120	208	550	182	1100	364
140	178	600	166	1150	347
160	156	650	154	1200	333
180	138	700	143	1250	320
200	125	750	133	1300	308

RÁDIO.	ε para $c = 20^m$	RÁDIO.	ε para $c = 20^m$	RÁDIO.	ε para $c = 20^m$
1350	297	1900	210	2900	138
1400	286	1950	205	3000	133
1450	276	2000	200	3500	114
1500	266	2100	190	4000	100
1550	258	2200	180	4500	89
1600	250	2300	174	5000	80
1650	242	2400	167	6000	66
1700	235	2500	160	7000	57
1750	229	2600	154	8000	50
1800	222	2700	150	9000	44
1850	216	2800	143	10000	40

Sobre la perpendicular *b m* se toma

$$b\,m = \tfrac{1}{2}\,\varepsilon = \frac{c^2}{2\,R}$$

m será otro punto de la curva: se prolonga *A m* en una cantidad igual *m D* y se toma en la direccion *D O* una longi-

tud $D n = \varepsilon$, cantidad dada por la tabla; el punto n pertenecerá tambien á la curva. Despues se operará sobre m y n como se ha operado con A y m, y así se continuará.

Este procedimiento es tanto más exacto cuanto mayor es el rádio de la curva y la longitud c más pequeña, puesto que $D n = \varepsilon = \frac{c^2}{R}$.

Segun este trazado, la curva debe pasar por los puntos de tangencia; pero la imperfeccion de los instrumentos y de las operaciones parciales y los accidentes del terreno causan algunas ligeras desviaciones que hacen que aquélla no coincida en su extremo con la alineacion recta á que debe ser tangente; si el error que resulta es considerable, por ejemplo, si el último punto p' de la curva figura 8 cae á una distancia $X > \frac{R}{500}$ del segundo punto de tangencia p, se debe rectificar el trazado haciéndolo de nuevo con más cuidado; pero si aquél no llega á $\frac{R}{500}$ se puede corregir la curva construida de la manera siguiente: se divide la longitud X, que es la suma de los errores parciales acumulados, en tantas partes iguales como magnitudes c se han tomado sobre el arco.

En cada una de las divisiones de éste a', b', c', ..., y segun una direccion normal á la curva, se lleva una cantidad que represente tantas fracciones del valor X como estaciones se han hecho hasta el punto en que se opera: si, por ejemplo, se ha tomado la longitud c diez veces de A á p' y $X = p p' = 0{,}80$, se tendrá $\frac{X}{10} = 0{,}08$; entónces se tomará $k k' = 0{,}72$, $h h' = 0{,}64$, $a a' = 0{,}08$, y los puntos a, b, c, pertenecerán á la curva buscada: se comprueba su exactitud llevando una cuerda de longitud conocida sobre diversos puntos de ella y viendo si los arcos subtendidos tienen todos la misma flecha.

8.° *Curva de flechas proporcionales.*—Ésta es muy fácil de trazar, y para ello basta emplear una cuerda ó cadena y algunos jalones: la curva indicada se aproxima mucho al arco de círculo y su trazado es como sigue:

Sean *A* y *C* (figura 9) los puntos de tangencia con las alineaciones rectas, y *B* el de union de éstas. Se unen los puntos *A* y *C* por una cuerda y se toma la mitad de la distancia *D B*, y el punto *O* así marcado pertenece á la curva de que se trata. Se lleva en seguida la cuerda de *A* á *O* y en su medio *E* se toma una distancia *G E*, cuarta parte de *D O*, y el punto *G* es otro de la curva. Se continuará del mismo modo llevando la cuerda de *G* á *A* y de *G* á *O*, tomando siempre en el medio de cada cuerda una flecha igual á la cuarta parte de la anterior, y la misma operacion se ejecuta en el lado *O C* de la curva.

Este método es bastante sencillo; no hay que hacer más cálculo que el buscar la cuarta parte de las flechas sucesivas que se van obteniendo, y la curva puede trazarse con puntos tan aproximados como se quiera.

Rectificacion de las curvas construidas en las vías. Conocido el rádio de la curva que se quiere comprobar, para ver si su trazado ha sufrido alguna variacion, se tiende una cuerda *A B* que comprenda dos, tres ó cuatro longitudes de carriles en la curva de mayor rádio, como se vé en la figura 10, y por medio de la tabla siguiente se encuentra la flecha que corresponde á esta cuerda, cuya medida llevada sobre el terreno dará un punto de la curva. Si, por ejemplo, la curva tuviese 400 metros de rádio y estuviese construida con carriles de $5^{m},50$ de longitud, tomando una cuerda de tres longitudes de carriles se encontrará en la tabla, frente al rádio 350 y en la columna correspondiente á tres carriles, $0^{m},97$, cuya flecha tomada sobre *C D* dá la verdadera posicion del punto *C* de la curva.

Trazado de las curvas por medio de sus cuerdas.

RADIOS de las curvas.	FLECHAS para cada dos longitudes de carriles.		FLECHAS para cada tres longitudes de carriles.		FLECHAS para cada cuatro longitudes de carriles.	
	De 5m,50	*De 6m*	*De 5m,50*	*De 6m*	*De 5m,50*	*De 6m*
100	0,151	0,180	0,341	0,403	0,606	0,720
150	0,101	0,120	0,225	0,272	0,405	0,482
180	0,081	0,101	0,189	0,225	0,337	0,400
200	0,076	0,090	0,170	0,202	0,302	0,360
250	0,061	0,072	0,136	0,162	0,242	0,288
300	0,050	0,060	0,113	0,135	0,202	0,240
350	0,043	0,051	0,097	0,116	0,173	0,206
400	0,038	0,045	0,085	0,101	0,151	0,180
450	0,034	0,040	0,076	0,090	0,134	0,160
500	0,030	0,036	0,068	0,081	0,121	0,144
600	0,025	0,030	0,057	0,068	0,101	0,120
700	0,022	0,026	0,049	0,058	0,086	0,103
800	0,019	0,023	0,043	0,051	0,076	0,090
900	0,017	0,020	0,038	0,045	0,067	0,080
1000	0,015	0,018	0,034	0,040	0,061	0,072
1100	0,014	0,016	0,031	0,037	0,055	0,065
1200	0,012	0,015	0,028	0,034	0,051	0,060
1300	0,012	0,014	0,026	0,031	0,047	0,055
1400	0,011	0,012	0,024	0,029	0,043	0,052
1500	0,010	0,012	0,023	0,027	0,041	0,048
1600	0,009	0,011	0,021	0,025	0,038	0,045
1700	0,009	0,011	0,020	0,024	0,036	0,042
1800	0,008	0,010	0,019	0,023	0,034	0,040
1900	0,008	0,010	0,018	0,021	0,032	0,038
2000	0,008	0,009	0,017	0,020	0,030	0,036
2500	0,006	0,007	0,014	0,016	0,024	0,029
3000	0,005	0,006	0,011	0,014	0,020	0,024
3500	0,004	0,005	0,010	0,012	0,017	0,021
4000	0,004	0,004	0,009	0,010	0,015	0,018
5000	0,003	0,004	0,007	0,008	0,012	0,014

Miéntras se pueda conviene tomar las flechas correspondientes á cuatro longitudes de carriles, colocando sucesivamente la cuerda con que se trace la curva de dos en dos juntas solamente.

Se comprende que no se puede rectificar una curva de este modo, sino cuando se conoce su rádio; si éste es desconocido, se puede determinar con la misma tabla, midiendo las flechas en vários puntos de la curva y viendo el rádio que les corresponde. Conviene repetir la operacion várias veces para asegurarse que el rádio encontrado es el verdadero.

Uniones de las curvas con las alineaciones rectas.— Para rectificar ó trazar las partes de las curvas próximas á las alineaciones rectas, puede servir la tabla que sigue:

RADIOS DE LAS CURVAS.	ORDENADAS CORRESPONDIENTES A LOS CARRILES DE									
	5m,50					6m				
	En la 1.ª junta.	En la 2.ª	En la 3.ª	En la 4.ª	En la 5.ª	En la 1.ª junta.	En la 2.ª	En la 3.ª	En la 4.ª	En la 5.ª
100	0,151	0,605	1,362	2,421	3,781	0,180	0,720	1,620	2,880	4,500
150	0,101	0,405	0,908	1,614	2,520	0,120	0,482	1,080	1,920	3,000
180	0,081	0,337	0,758	1,345	2,102	0,101	0,400	0,900	1,602	2,500
200	0,076	0,302	0,680	1,209	1,888	0,090	0,360	0,809	1,438	2,246
250	0,061	0,242	0,544	0,967	1,511	0,072	0,288	0,648	1,151	1,798
300	0,050	0,202	0,454	0,806	1,259	0,060	0,240	0,540	0,959	1,499
350	0,043	0,173	0,389	0,691	1,080	0,051	0,206	0,463	0,823	1,285
400	0,038	0,151	0,340	0,605	0,945	0,045	0,180	0,405	0,720	1,124
450	0,034	0,134	0,302	0,538	0,840	0,040	0,160	0,360	0,640	1,000
500	0,030	0,121	0,272	0,484	0,756	6,036	0,144	0,324	0,576	0,900
600	0,025	0,101	0,227	0,403	0,628	0,030	0,120	0,270	0,480	0,750
700	0,022	0,086	0,194	0,346	0,540	0,026	0,103	0,231	0,411	0,644
800	0,019	0,076	0,170	0,302	0,473	0,023	0,090	0,203	0,360	0,562
900	0,017	0,067	0,151	0,269	0,420	0,020	0,080	0,180	0,320	0,500
1000	0,015	0,061	0,136	0,242	0,378	0,018	0,072	0,162	0,288	0,450
1100	0,014	0,055	0,124	0,220	0,344	0,016	0,065	0,147	0,262	0,409
1200	0,012	0,051	0,114	0,202	0,315	0,015	0,060	0,135	0,240	0,375
1300	0,012	0,047	0,105	0,186	0,291	0,014	0,055	0,125	0,222	0,346
1400	0,011	0,043	0,097	0,173	0,270	0,012	0,052	0,116	0,206	0,321
1500	0,010	0,041	0,091	0,161	0,252	0,012	0,048	0,108	0,192	0,300
1600	0,009	0,038	0,085	0,151	0,236	0,011	0,045	0,101	0,180	0,281
1700	0,009	0,036	0,080	0,142	0,222	0,011	0,042	0,095	0,169	0,265
1800	0,008	0,034	0,076	0,134	0,210	0,010	0,040	0,090	0,160	0,250
1900	0,008	0,032	0,072	0,127	0,199	0,010	0,038	0,085	0,151	0,237
2000	0,008	0,030	0,068	0,121	0,189	0,009	0,036	0,081	0,144	0,225
2500	0,006	0,024	0,054	0,097	0,151	0,007	0,029	0,065	0,115	0,180
3000	0,005	0,020	0,045	0,081	0,126	0,006	0,024	0,054	0,096	0,150
3500	0,004	0,017	0,039	0,069	0,108	0,005	0,021	0,046	0,082	0,129
4000	0,004	0,015	0,034	0,061	0,095	0,004	0,018	0,041	0,072	0,112
5000	0,003	0,012	0,027	0,048	0,076	0,004	0,014	0,032	0,058	0,090

Se hace uso de ella como indica el ejemplo siguiente:

Suponiendo que se quieren trazar las uniones correspondientes á una curva de 350 metros de rádio, y que ésta empieza en la junta de dos carriles, se prolonga la alineacion recta *A C* (figura 11) para tener la tangente *B C*, y en la primera junta correspondiente á la curva, se mide normalmente á la tangente, la ordenada que se encuentra en la tabla frente al rádio 350 en la columna segunda, si se trata de carriles de $5^m,50$, ó en la sétima si de 6 metros. Esta ordenada en el primer caso es de $0^m,043$ y de $0^m,051$ en el segundo, y es la que se tomará perpendicularmente á *B A* en el terreno para tener un punto de la curva, continuando en esta forma hasta la quinta junta de carriles.

Si la curva no empieza exactamente en la union de dos carriles, es fácil tener en cuenta el aumento ó disminucion que corresponderá á cada ordenada.

V.

Fórmulas y tablas que pueden aplicarse en las operaciones explicadas en los capítulos anteriores.

Fórmulas para el empleo de la dinamita. *a*, lado de la seccion trasversal de la caja en que se coloca la carga; *b*, diámetro del tubo cuando las cargas se colocan en cajas cilíndricas; *r*, rádio del embudo que resulta despues de la explosion; *E*, espesor del muro; *c*, carga total en kilógramos; *c'*, carga por metro de longitud.

MUROS DE REVESTIMIENTO Y ESTRIBOS.

Cargas concentradas en cajas alargadas.

1.° Cargas colocadas entre el terraplen y el muro tocando á éste y atracadas:

$c = 5{,}32\, E^3$ » $2\, r = 2{,}154\, E$ » $a = 0{,}155\, E$.

2.° Cargas empotradas en la mampostería á la mitad de la anchura de la caja:

$c = 4{,}27\, E^3$ » $2\, r = 2\, E$ » $a = 0{,}144\, E$.

3.° Cargas con toda la caja empotrada:

$c = 2{,}76\, E^3$ » $2\, r = 1{,}666\, E$ » $a = 0{,}134\, E$.

BÓVEDAS Y ARCOS DE LOS PUENTES.

Cargas en cajas cúbicas.

1.° Cargas colocadas en sentido de la clave, empotradas por mitad en la mampostería de la bóveda y cubiertas con tierra:

$c = 4{,}80\, E^3$ » $2\, r = 2\, E$ » $a = 0{,}15\, E$

2.° Cargas sin empotrar en la mampostería:

$c = 6{,}06\, E^3$ » $2\, r = 2{,}162\, E$ » $a = 0{,}162\, E$

Esta fórmula dá cargas demasiado grandes, y puede emplearse tambien para calcular el número de hornillos.

3.° Cargas libres sobre el trasdós:

$c = 53{,}6\, E^3$ » $2\, r = 2{,}334\, E$ » $a = 0{,}335\, E$.

MUROS DESTACADOS Y PILAS.

Cargas en cajas cúbicas.

1.° Libres contra el muro:

$c = 53{,}6\, E^3$ » $2\, r = 2{,}334\, E$ » $a = 0{,}335\, E$.

2.° Colocadas al pié del muro sin atraque:

$c = 50{,}41\, E^3$ » $2\, r = 2{,}328\, E$ » $a = 0{,}328\, E$.

3.° Enterradas:

$c = 8{,}23\, E^3$ » $2\, r = 2{,}178\, E$ » $a = 0{,}179\, E$.

4.° Empotradas en la mampostería:

$c = 4{,}92\, E^3$ » $2\, r = 1{,}850\, E$ » $a = 0{,}15\, E$.

5.° En el centro del muro y atracadas:

$c = 0{,}56\, E^3$ » $2\, r = E$ » $a = 0{,}73\, E$.

6.° Empotradas en el centro del muro sin atraque:
$c = 0{,}67\, E^3$ » $2\, r = E$ » $a = 0{,}78\, E$.

7.° Empotradas al tercio del muro y atracadas:
$c = 1{,}53\, E^3$ » $2\, r = 1{,}33\, E$ » $a = 0{,}1\, E$.

Cargas en cajas alargadas.

1.° Libres sobre el muro:
$c = 26{,}73\, E^3$ » $2\, r = 2{,}334\, E$,

ó bien:

$c' = 11{,}45\, E^2$ » $b = 0{,}1\, E$.

2.° Al pié del muro sin atraque:
$c = 25{,}25\, E^3$ » $2\, r = 2{,}323\, E$,

ó bien

$c' = 10{,}82\, E^2$ » $b = 0{,}098\, E$.

3.° En una ranura y cubiertas:
$c = 3{,}70\, E^2$ » $2\, r = 1{,}85\, E$,

ó bien:

$c' = 198\, E^2$ » $b = 0{,}042\, E$.

En estos casos se supone la longitud del muro igual á $2\, r$ á lo ménos.

Para maderas de seccion rectangular, la fórmula

$$c = 100\, a\, b^2,$$

en que a y b son los lados de la secccion, daria cargas excesivas, y éstas podrian calcularse para escuadrías de ménos de 0,20, poniendodo $\frac{1}{2}$ gramo de dinamita por cada centímetro cuadrado de seccion; de 0,20 á 0,30, $\frac{2}{3}$ de gramo, y de 0,30 á 0,40, y $1\,\frac{1}{3}$ de gramo.

En todos los casos anteriores la dinamita debe ser de primera clase.

TABLA I. (1)

Cargas que pueden soportar con seguridad los materiales por metro cuadrado de seccion.

CLASE DE MATERIALES.	CARGAS.
Arcos de tablas, camones ó cerchas.	300.000
Nogal.	362.000
Pino de Sória.	365.000
Pinabete rojo.	800.000
Castaño.	381.200
Olmo.	400.000
Alamo negro..	580.400
Pinabete y haya.	600.300
Pino del Norte.	633.000
Encina ó roble..	650.000
Pino de Cuenca (del Paular).	700.000
Pinabete flojo.	400.000
Fresno.	890.000
Hierro forjado de más de $0^m,06$ de grueso. .	6.000.000
Id. id. hasta $0^m,06$ id. . .	8.000.000
Palastro..	6.500.000
Fundicion ordinaria..	6.500.000
Id. grís buena.	8.700.000
Alambre en cable.	8.000.000
Acero de Alemania.	14.500.000
Acero fundido.	19.300.000

(1) Todas las dimensiones de estas tablas se expresan en metros, y las cargas y pesos en kilógramos, miéntras no se indica otra clase de medida.

TABLA II.

Cargas que pueden soportar con toda seguridad los tablones de pino de las dimensiones que se indican, suponiéndolos apoyados en sus extremos, las cargas en su centro, y que las maderas son de buena calidad.

DIMENSIONES DE LOS TABLONES.			LUZ entre los puntos de apoyo de los tablones.	CARGA permanente de la que no se debe pasar en la práctica.
Largo.	Ancho.	Grueso.		
4,00	0,25	0,040	3,50	45,71
3,50	0,25	0,040	3,00	53,33
3,00	0,25	0,040	2,50	64,00
2,50	0,25	0,040	2,00	80,00
4,00	0,28	0,045	3,50	64,80
3,50	0,28	0,045	3,00	75,60
3,00	0,28	0,045	2,50	90,72
2,50	0,28	0,045	2,00	113,40
4,00	0,30	0,050	3,50	85,71
3,50	0,30	0,050	3,00	100,00
3,00	0,30	0,050	2,50	120,00
2,50	0,30	0,050	2,00	150,00

Observaciones. Esta carga es la correspondiente al décimo de la que produce la fractura.

Como carga accidental, los tablones pueden recibir el doble de la indicada, y el cuádruplo si ésta está uniformemente repartida en toda la longitud del tablon.

TABLA III.

(Tabla de las resistencias á la compresion.)

Cargas á que con seguridad se pueden exponer los materiales que se expresan, por centímetro cuadrado de su seccion trasversal, segun sea la relacion que exista entre su longitud y su menor dimension trasversal.

MATERIALES.	CARGAS segun el número de veces que la menor dimension trasversal está contenida en la longitud ó altura.					
	Ménos de 12.	*Entre 12 y 24.*	*Entre 24 y 36.*	*Entre 36 y 48.*	*Entre 48 y 60.*	*Entre 60 y 72.*
Olmo.	72	60	36	24	12	6
Fresno.	62	51	31	20	10	5
Caoba.	58	48	29	19	9	4,8
Pino.	48	42	24	16	8	4
Pinabete blanco.	46	40	23	15	7	3,8
Id. rojo y encina fuerte.	40	33	20	13	6,6	3,3
Nogal.	42	35	21	14	7	3,5
Encina.	38	31	19	12	6	3
Álamo.	26	21	13	8,6	4	2
Hierro fundido.	746	476	297	169	98	74
Id. forjado.	500	457	350	285	239	200

TABLA IV.

Peso del metro cúbico de algunos materiales y resistencia que presentan á la extension y compresion por cada centímetro cuadrado de su seccion trasversal.

CLASES DE MATERIALES.	PESO.	CARGA que produce la ruptura por	
		Extension	Compresion.
Roble	1100	800	500
Encina	1070	800	500
Haya	920	800	600
Olmo	920	1000	700
Fresno	950	1200	600
Alamo negro	700	»	300
Id. blanco	600	»	300
Pino del Norte	800	700	450
Id. comun	700	700	450
Hierro forjado	7550	3000	4000
Id. laminado	»	4100	3800
Alambre	»	5000	»
Cable de alambre	»	3000	»
Hierro fundido	7200	1300	8000
Acero	7820	8000	4000
Cobre batido	8950	2400	7250
Id. fundido	8850	1340	»
Bronce	»	2300	»
Hilo de cobre	»	6000	»
Estaño	7290	300	1100
Plomo	11350	130	550
Zinc	7190	550	»
Tierra vejetal	1250	»	»
Arcilla	1700	»	»
Arena seca	1400	»	»
Id. húmeda	1900	»	»
Mampostería ordinaria	2200	»	100
Id. de ladrillo	1800	»	»
Sillería	2500	»	»
Cal hidraúlica	850	»	»
Id. en pasta	1400	»	»
Id. en polvo	700	»	»
Granito	2700	»	600

OBSERVACIONES. En la práctica, las maderas no deben someterse á más extension de 0,10 de la carga de ruptura. La carga permanente del hierro debe ser un décimo de la expresada, y la de la fundicion un cuarto de la misma.

TABLA V.

Peso de los hierros cuadrados por metro de longitud

LADO en milím.°	PESO.	LADO en milím.°	PESO.	LADO en milím.°	PESO.	LADO en milím.°	PESO.
1	0,008	29	6,550	57	25,303	85	56,208
2	0,031	30	7,009	58	26,199	86	57,600
3	0,070	31	7,484	59	27,110	87	58,947
4	0,125	32	7,975	60	28,036	88	60,310
5	0,195	33	8,481	61	28,979	89	61,689
6	0,280	34	9,003	62	29,937	90	63,088
7	0,382	35	9,540	63	30,911	91	64,486
8	0,498	36	10,093	64	31,900	92	65,918
9	0,631	37	10,662	65	32,884	93	67,358
10	0,779	38	11,246	66	33,925	94	68,815
11	0,942	39	11,806	67	34,960	95	70,287
12	1,121	40	12,461	68	36,012	96	71,774
13	1,316	41	13,092	69	37,079	97	73,262
14	1,526	42	13,738	70	38,161	98	74,776
15	1,752	43	14,400	71	39,259	99	76,330
16	1,994	44	15,078	72	40,373	100	77,880
17	2,251	45	15,771	73	41,502	101	79,445
18	2,523	46	16,479	74	42,647	102	81,026
19	2,811	47	17,204	75	43,806	103	82,623
20	3,115	48	17,944	76	44,983	104	84,235
21	3,435	49	18,699	77	46,176	105	85,863
22	3,769	50	19,470	78	47,382	106	87,506
23	4,120	51	20,257	79	48,605	107	89,164
24	4,484	52	21,059	80	49,843	108	90,839
25	4,868	53	21,876	81	51,097	209	92,529
26	5,265	54	22,710	82	52,367	110	94,235
27	5,677	55	23,559	83	53,632		
28	6,106	56	24,423	84	54,952		

TABLA VI.

Peso de los hierros redondos por metro de longitud.

DIÁmetro en milím.s	PESO.	DIÁmetro en milím.s	PESO.	DIÁmetro en milím.s	PESO.	DIÁmetro en milím.s	PESO.
2	0,024	27	4,461	52	16,546	77	36,288
3	0,055	28	4,797	53	17,188	78	37,228
4	0,098	29	5,146	54	17,843	79	38,189
5	0,158	30	5,507	55	18,510	80	39,162
6	0,220	31	5,880	56	19,189	81	40,147
7	0,300	32	6,266	57	19,881	82	41,144
8	0,392	33	6,664	58	20,584	83	42,154
9	0,496	34	7,074	59	21,300	84	43,176
10	0,612	35	7,496	60	22,028	85	44,210
11	0,740	36	7,930	61	22,769	86	45,256
12	0,881	37	8,377	62	23,521	87	46,315
13	1,034	38	8,836	63	24,286	88	47,386
14	1,199	39	9,307	64	25,063	89	48,469
15	1,377	40	9,790	65	25,853	90	49,563
16	1,566	41	10,286	66	26,654	91	50,271
17	1,768	42	10,794	67	27,468	92	51,791
18	1,983	43	11,314	68	28,294	93	52,923
19	2,209	44	11,846	69	29,133	94	54,607
20	2,448	45	12,391	70	29,983	95	55,224
21	2,698	46	12,948	71	30,846	96	56,393
22	2,962	47	13,517	72	31,721	97	57,574
23	3,237	48	14,098	73	32,548	98	58,644
24	3,525	49	14,692	74	33,508	99	59,970
25	3,824	50	15,296	75	34,119	100	61,190
26	4,136	51	15,916	76	35,343		

VI.

Datos relativos al material y obras de los caminos de hierro.

Peso del material de la vía por kilómetro.

334	carriles de 6 metros, á 222 kilógramos. .	74.148 kilgs.
334	pares de bridas, á 9 kilógramos el par. .	3.006 »
4676	escarpias ó tirafondos, á 0,390 kilgs. . .	1.820 »
1336	pernos para las bridas, á 0,650 kilgs. . .	868 »
167	traviesas de junta, á 90 kilgs.	15.030 »
930	id. ordinarias, á 75 kilgs.	69.750 »
	Total.	164.622 kilgs.

Para trasportar este material se necesitan:

8 vagones de á 10.000 kilógramos, para los carriles.
9 id. id. . . . . para las traviesas.
2 id. id. . . . . para las escarpias, bridas, herramientas, etc.

El volúmen de las traviesas por cada kilómetro de vía, es de 100 metros cúbicos, y cada traviesa tiene por término medio, de $0^{m3},14$ á $0^{m3},19$.

Cada metro cúbico de balasto pesa de 1370 á 1480 kilógramos.

Dimensiones ordinarias de las vías y sus obras.

El ancho de la vía es $1^{m},672$ y se admite.	$0^{m},015$ en más. $0^{m},005$ en ménos.
La entrevía mínima que puede usarse, es	$1^{m},88$.
Y conviene que tenga.	$2^{m},50$.
La anchura de los terraplenes en las crestas, es.	$5^{m},30$ para una vía 9^{m} para dos.

En los desmontes hay que abrir entre los bordes interiores de las cunetas.	8^m,50 para dos vías. 5^m,15 para una.
La anchura de los puentes entre los pretiles, es de.	7^m,80 para dos vías. 5^m,50 para una.
Los túneles tienen de anchos, al nivel de las cabezas de los carriles.	7^m,50 los de dos vías. 5^m,30 los de una.
Y su altura desde el eje de la vía al intradós, á partir de la cabeza del carril, es de.	5^m,50.
Los postes y señales se colocan á. . .	0^m,80 de la vía.

El límite menor de los rádios de las curvas, es de 300 metros, si bien pudieran en las estaciones, y en un caso extremo, hacerse de 80 metros.

El límite de las pendientes es de 0^m,018 y en el ramal de la línea de Linares se han llegado á hacer pendientes con 0^m,025 de inclinacion.

TABLA VII.

Datos para la colocacion de los diferentes tipos de cambios de via con una entrevia de 2 metros.

ÁNGULOS α de los corazones.			RÁDIOS que corresponden á los ángulos α.	SEPARACION MAS CONVENIENTE		
Tangente α	Grados.			entre el talon de las agujas y el corazon.	de punta á punta de las agujas.	entre las puntas de los dos corazones.
Centímetros.	*Grados.*	*Mins.*	*Metros.*	*Metros.*	*Metros.*	*Metros.*
8	4	36	350	26,30	69,50	6,90
9	5	10	300	24,40	63,30	6,50
10	5	44	240	21,80	59,20	5,60
11	6	18	210	19,50	54,10	5,10
12	6	52	196	17,70	50,10	4,70
13	7	30	160	15,50	45,20	4,20
16	9	12	100	13,60	31,10	3,90
18	10	22	80	11,70	26,90	3,50

OBSERVACIONES. Los datos de esta tabla son sólo aproximados, pues habrá que rectificarlos segun la longitud de las agujas que se usen, modelo de corazones que se empleen y rádio efectivo con que se trace la curva. Los rádios que hay aquí indicados habrá que corregirlos para que quede siempre la parte recta que conviene dejar despues del talon de las agujas.

La fórmula que sirve para calcular los rádios es $R = \frac{2d}{\text{sen.}^2 \alpha}$ y la de la longitud AB $l = \sqrt{2Rd - d^2}$

TABLA VIII.

Datos para la construccion de las curvas.

RÁDIO.	ANCHO de la vía.	AUMENTO de altura del carril exterior.	FLECHAS de curvatura correspondientes á		
			Cuerdas de 20 metros	Carriles.	
				De $5^m,50$	De 6^m
Metros.	*Metros.*	*Centímetros.*	*Centímetros.*	*Milímetros.*	*Milímetros.*
300	1,684	16	17	13	15
400	1,682	12	14	9	11
500	1,680	10	10	7	9
600	1,678	9	8	6	8
700	1,676	8,60	7	5	7
800	1,674	7,50	6	5	6
900	1,674	6,70	5,50	5	5,5
1000	1,672	6	5	4	5
Recta	1,672	0	0	0	0

OBSERVACIONES. En las curvas de las estaciones, que suelen ser de 300 metros de rádio, el aumento de elevacion del carril exterior se hace de $0^m,04$, y el ancho de la vía de $1^m,68$.

Los datos de esta tabla están tomados de las disposiciones vigentes en la compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante, y difieren algo de los de la tabla de la página 89, que son los que teóricamente corresponden.

TABLA IX.

Equivalencia de las pendientes métricas en grados de inclinacion.

Pendientes.	Grados.	Pendientes.	Grados.
0,005	0° 17′ 10″	0,080	4° 34′ 30″
0,010	0 35 0	0,085	4 51 30
0,015	0 51 30	0,090	5 8 30
0,020	1 8 40	0,095	5 25 30
0,025	1 26 0	0,100	5 42 30
0,030	1 43 01	0,105	5 50 30
0,035	2 0 20	0,110	6 16 30
0,040	2 17 30	0,115	6 33 40
0,045	2 34 40	0,120	6 50 30
0,050	2 51 40	0,125	7 7 30
0,055	3 8 50	0,130	7 24 20
0,060	3 26 0	0,135	7 41 20
0,065	3 43 10	0,140	7 58 10
0,070	4 0 20	0,145	8 15 5
0,075	4 17 20	0,150	8 31 50

Equivalencia de los grados de inclinacion en pendientes métricas.

Grados.	Pendientes.	Grados.	Pendientes.
0° 15′	0,00436	10°	0,17633
0 30	0,00873	12	0,21256
0 45	0,01309	14	0,24933
0 60	0,01746	16	0,28675
1 30	0,02618	18	0,32492
2	0,03492	20	0,36397
2 30	0,04366	22	0,40403
3	0,05241	24	0,44523
3 30	0,06116	26	0,48773
4	0,06993	28	0,53171
4 30	0,07870	30	0,57735
5	0,08749	32	0,62487
6	0,10510	34	0,67451
7	0,12278	36	0,72654
8	0,14054	38	0,78129
9	0,15838	40	0,83910

TABLA X.

Dimensiones que deben darse, en sentido de su anchura, á los tableros de los puentes de los caminos de hierro, cuando se emplean en ellos vigas de la clase de madera y de la altura qne se indica.

LUZ de los arcos.	ALTURA DE LAS VIGAS.													
	0,20		0,25		0,30		0,35		0,40		0,45		0,50	
	Encina ó pino.	Álamo ó chopo	Encina ó pino.	Álamo ó chopo	Encina ó pino.	Álamo ó chopo	Encina ó pino.	Álamo ó chopo	Encina ó pino.	Álamo ó chopo	Encina ó pino.	Álamo ó chopo	Encina ó pino.	Álamo ó chopo
3	2,50	7,50	1,60	4,80	1,11	3,33	0,82	2,46	0,63	1,89	»	1,50	»	1,20
4	4,47	»	2,86	»	1,98	5,94	1,46	4,38	1,12	3,36	0,88	2,64	0,72	2,16
5	6,62	»	4,25	»	2,94	»	2,16	6,48	1,66	4,99	1,30	3,90	1,06	3,18
6	»	»	5,78	»	4,00	»	2,94	»	2,26	6,78	1,78	5,34	1,40	4,20
7	»	»	7,30	»	5,06	»	3,74	»	2,86	7,58	2,26	6,78	1,82	5,46
8	»	»	»	»	6,22	»	4,56	»	3,50	»	2,76	»	2,24	6,72

TABLA XI.

Cargas uniformemente repartidas, por metro corriente, que producen en las obras de arte de los caminos de hierro, efectos análogos á la presion máxima de los trenes más pesados.

LUCES de las obras de arte.	CARGA por metro corriente de tablero.	OBSERVACIONES.
3	8,642	La presion máxima es la producida por una locomotora mixta.
4	8,749	
5	8,395	
6	7,841	
7	7,244	
8	6,794	La presion máxima es la producida por una máquina Engerth.
9	8,627	
10	6,222	
11	5,987	
12	5,859	
13	5,479	
14	5,361	
15	5,232	
16	5,089	
17	5,942	
18 á 30	4,800	
Para luces de más de 30.	4,000	La presion es producida por un tren compuesto de dos máquinas, una trás otra, y un número ilimitado de vagones con el máximo de carga.

TABLA XII.

Presiones ejercidas en los estribos de un puente de un solo arco en un camino de hierro, las cuales deben conocerse para calcular la resistencia que ha de darse á los apoyos.

Luces	PRESION que resulta del peso del material móvil	PRESION que resulta del peso del tablero	PRESION total.	PRESION uniformemente repartida por metro corriente.	OBSERVACIONES.
3	17649	1074	18723	12482	La presion es la producida por una máquina Engerth y un tablero de álamo.
4	21269	2236	23505	11752	
5	25324	3485	28809	11603	
6	27360	4920	32280	10760	
7	29209	6013	35222	10063	Máquina Engerth y un tablero de encina.
8	31460	8264	39724	9931	
9	34048	6570	40618	9026	Máquina Engerth y el tablero con vigas armadas
10	36923	8350	45273	9054	
11	39276	9762	49038	8916	
12	41236	6000	47836	7872	Máquina Engerth y tablero con vigas americanas.
13	42895	6500	49395	7599	
14	44966	7000	51966	7323	Dos máquinas Engerth y tablero con vigas americanas.
15	47196	7500	54696	7292	
16	49563	8000	57563	7195	
17	52060	8500	60560	7124	
18	54865	9000	63965	7096	
19	57403	9500	66903	7043	
20	59688	10000	69688	6968	
21	62222	18900	81122	7725	
22	64681	19800	84481	7680	
23	66890	20700	87590	7616	
24	96916	21600	90516	7543	
25	70779	22500	93279	7462	
26	72499	23400	95899	7376	Dos máquinas Engerth y un tren con su máximo de carga.
27	74203	24300	98503	7296	
28	75785	24200	100985	7213	
29	77258	26100	103358	7121	
30	78733	27000	105733	7048	
31	80112	40300	120412	7768	
32	81406	41600	123006	7687	
33	82711	42900	125611	7612	
34	83941	44200	128141	7537	
35	85099	45500	130599	7462	
36	86277	46800	133077	7391	

TABLA XIII.

Presiones ejercidas en los estribos y pilas de los puentes de varios arcos de igual luz, cuando el tablero está sostenido por vigas continuas (1).

LUZ de cada tramo.	PUENTES DE DOS ARCOS.		PUENTE DE TRES ARCOS.	
	Presion en cada estribo.	Presion en la pila.	Presion en cada estribo.	Presion en la pila.
12	17712 × 2	39040 × 2	12585 × 3	34628 × 3
13	18486 × 2	62340 × 2	13169 × 3	36171 × 3
14	19215 × 2	64067 × 2	13620 × 3	37551 × 3
15	20964 × 2	68382 × 2	14594 × 3	40095 × 3
16	21585 × 2	71950 × 2	15335 × 3	42103 × 3
17	22262 × 2	75656 × 2	16111 × 3	44357 × 3
18	23949 × 2	79630 × 2	17030 × 3	46794 × 3
19	25520 × 2	83600 × 2	17818 × 3	48998 × 3
20	26130 × 2	87100 × 2	18533 × 3	51016 × 3
21	30316 × 2	101352 × 2	21630 × 3	59444 × 3
22	31488 × 2	105400 × 2	22502 × 3	61900 × 3
23	37748 × 2	109381 × 2	23304 × 3	64152 × 3
24	33943 × 2	113145 × 2	24137 × 3	66352 × 3
25	34922 × 2	116556 × 2	24870 × 3	68333 × 3
26	35773 × 2	119860 × 2	25299 × 3	70236 × 3
27	36917 × 2	123667 × 2	26265 × 3	12171 × 3
28	37868 × 2	126227 × 2	26904 × 3	73974 × 3
29	38702 × 2	128890 × 2	27487 × 3	75685 × 3
30	39645 × 2	132150 × 2	28192 × 3	77440 × 3
31	45132 × 2	150460 × 2	32081 × 3	87678 × 3
32	46122 × 2	153940 × 2	32746 × 3	89856 × 3
33	47049 × 2	156807 × 2	33492 × 3	92081 × 3
34	48010 × 2	160161 × 2	34142 × 3	93372 × 3
35	49025 × 2	164210 × 2	34772 × 3	95513 × 3
36	49896 × 2	166320 × 2	35481 × 3	97564 × 3

(1) Si las vigas no tienen más longitud que la suficiente para ir de un apoyo al siguiente, se está en el caso de la tabla anterior.

TABLA XIV.

Peso de los carruajes y vagones de cuatro ruedas que más se emplean, y carga que pueden recibir.

CLASE DE LOS CARRUAJES.	PESO que tienen.	CARGA que pueden recibir.	PESO con la carga.
Coches de 1.ª clase para 24 personas	5250	1800	7050
Id. id. 30 id.	6060	2250	8310
Id. id. con freno, para 24 id.	6090	1800	7890
Coches mixtos 1.ª y 2.ª para 28 id.	4960	2100	7060
Id. id. para 37 id.	5500	2775	8275
Id. id. con freno, para 24 id.	7650	1800	9450
Id. id. id. para 37 id.	7870	2775	10645
Coches de 2.ª clase para 30 id.	5000	2250	7250
Id. id. para 40 id.	7400	3000	10400
Id. id. con freno, para 30 id.	5900	2250	8150
Id. id id. para 40 id.	7550	3000	10550
Coches de 3.ª clase para 40 id.	5300	3000	8300
Id. id. para 50 id.	7550	3750	11300
Id. id. con freno, para 40 id.	5330	3000	8330
Id. id. id. para 50 id.	7580	3750	11330
Plataformas sin bandas, dos clases.	3000	5000	8000
	5200	10000	15200
Id. con bandas id.	3300	5000	8300
	5200	10000	15200
Vagones de hulla, id.	3300	5000	8300
	5360	10000	15360
Id. para el ganado, id.	4800	8000	12800
	7000	8000	15000
Furgones.	3900	8000	11900
	5800	8000	13800

TABLA XV.

Peso en toneladas que tienen las locomotoras de las condiciones que se indican en esta tabla.

NÚM. de ruedas.		DISTANCIA entre los puntos de apoyo de las ruedas extremas.		PESO DE LAS MÁQUINAS.					
				Vacías.			Cargadas.		
Máquina...	*Ténder....*	*Máquina sola.*	*Máquina y ténder reunidos.*	*Máquina.*	*Ténder.*	*Total.*	*Máquina.*	*Ténder.*	*Total.*
6	6	4,25	9,83	24,650	5,300	29,950	24,650	14,600	39,250
6	6	4,25	9,74	26,750	5,300	32,050	26,750	14,600	41,350
6	4	4,14	9,44	30,125	5,300	35,425	30,125	13,400	43,525
6	4	3,84	8,65	25,280	5,000	30,280	25,280	12,950	38,230
6	4	4,155	9,51	29,485	5,000	34,485	29,485	12,950	42,435
6	4	3,62	10,75	29,000	11,900	40,900	29,000	25,900	52,900
6	4	3,52	10,01	29,242	11,200	40,442	29,242	22,400	51,642
6	6	4,22	9,73	26,714	5,500	32,214	26,714	15,500	42,214
6	6	3,62	10,75	29,270	11,900	41,170	29,270	23,900	53,170
6	6	3,52	10,70	30,885	9,900	40,785	30,885	21,400	52,285
6	6	3,83	10,51	39,520	6,800	46,320	39,520	16,300	55,520
6	6	4,06	9,90	26,901	8,250	35,151	26,901	20,700	47,601
8	6	4,465	10,80	42,509	10,050	52,559	42,509	24,150	66,659
6	»	3,428	»	28,000	»	»	33,000	»	»
8	»	4,140	»	38,000	»	»	43,500	»	»
6	»	3,450	»	»	»	»	30,000	»	»
12	»	6,000	»	»	»	»	57,600	»	»

Datos para poder calcular el tiempo mínimo que hay que emplear en los trabajos.

En un minuto, dos hombres pueden limpiar las traviesas que haya en un metro de vía.

En un minuto, nueve hombres, ocho con espeques y uno con una plantilla de separacion de vía, rectifican la alineacion de los carriles en 12 metros de longitud.

En cinco minutos, un hombre puede atornillar un par de bridas.

En cinco minutos, dos hombres pueden colocar sobre la vía, á la distancia que deben tener, las traviesas correspondientes á 20 metros de longitud.

En un minuto, seis hombres pueden fijar los cojinetes de 2 metros de vía.

En cinco minutos, tres hombres pueden colocar las cuñas de una fila de carriles en una longitud de 50 metros.

En las brechas y cortaduras, la colocacion de las vigas nuevas para luces de 2 metros, exige tres horas: para habilitar el paso por una obra de mampostería de 5 á 7 metros de luz, se necesitan de seis á diez horas; y para las de 14 metros, cuando tienen una parte de pila destruida, veinticuatro horas; esto suponiendo que se tienen armadas y preparadas las vigas y todos los materiales necesarios.

El restablecimiento de tres tramos de á 20 metros de un tablero de un viaducto de madera del sistema americano, exige de cinco á seis dias. El terraplenar una trinchera de 10 metros de ancha y un metro de profundidad, cuatro horas, y el desescombrar una trinchera obstruida con piedras en 70 metros de longitud y $2^{m},70$ de altura, cinco dias.

FIN.

INDICE.

Páginas.

INTRODUCCION. v

PRIMERA PARTE.

CONSTRUCCION DE LAS VÍAS FÉRREAS.

CAPÍTULO PRIMERO.

Material de la via.

I.—*Descripcion de las vías férreas.—Diferentes elementos de que se componen*. 3
II.—*Plataforma de circulacion.—Disposicion general. —Modificaciones que recibe en las partes en pendiente y en curva*. 19
III.—*Puntos especiales de las vías.—Pasos de nivel.—Cruzamientos y cambios*. 24
IV.—*Placas giratorias.—Señales.—Postes kilométricos.—Barreras*. 33
V.—*Estaciones.—Diversos aparatos y disposiciones especiales que hay que estudiar en ellas*. 44
VI.—*Herramientas y útiles que se emplean en las construcciones de los caminos de hierro*. 55

CAPÍTULO SEGUNDO.

Preparacion del material y asiento de la via.

I.—*Cajeado de las traviesas.—Preparacion de los carriles y demás elementos de las vías*. 67
II.—*Asiento de las vías en los tramos en línea recta y en terreno horizontal*. 72
III.—*Modificaciones en las curvas, pendientes y obras de arte*. 85

Páginas.

IV.—*Cruzamientos y cambios de via.—Diferentes casos que pueden presentarse.* 92
V.—*Pasos de nivel.—Placas giratorias.—Señales, etc.*. 111

CAPÍTULO TERCERO.

Trabajos de entretenimiento y conservacion.

I.—*Reparaciones de la explanacion del camino.* 117
II.—*Material de la vía.—Plataforma de circulacion.* . 124
III.—*Renovacion de un tramo de vía.* 137
IV.—*Reparaciones de los puntos especiales y obras de arte.* 143
V.—*Entretenimiento de las placas giratorias.—Señales, etc.* 150

SEGUNDA PARTE.

OPERACIONES DE GUERRA.

CAPÍTULO PRIMERO.

Obstáculos que pueden oponerse á la explotacion de las vias férreas.

I.—*Consideraciones preliminares.* 155
II.—*Ligeras interrupciones.—Descarrilamientos.* . . . 159
III.—*Destruccion de la plataforma de circulacion.* . . . 166
IV.—*Destruccion de trincheras, terraplenes y túneles.* 172
V.—*Destruccion de los puentes.* 178
VI.—*Medios de inutilizar el material móvil.—Desperfectos que pueden causarse en las estaciones.* . . 192

CAPÍTULO SEGUNDO.

Medios de reparar provisionalmente las vias férreas inutilizadas.

I.—*Consideraciones preliminares.—Reconocimientos.* . 199
II.—*Reparaciones cuando los deterioros causados tie-*

Páginas.
nen poca importancia.—Medios de suplir la falta de algunos elementos en las vías. 206
III.—Recomposicion de un tramo de vía inutilizado. . . 211
IV.—Reparacion de las cortaduras hechas en los terraplenes, pontones, alcantarillas, etc. 216
V.—Puentes.—Medios de construir pilas y tableros provisionales.—Ejemplos. 222
VI.—Reparacion de los desperfectos ejecutados en las estaciones. 247

CAPÍTULO TERCERO.

Ataque y defensa.

I.—Consideraciones preliminares. 253
II.—Medios de llevar á cabo la destruccion de las vías férreas.—Ejemplos. 258
III.—Ataque á los puntos fortificados y defendidos, y á los trenes.—Observaciones. 263
IV.—Defensa.—Precauciones que deben tomarse para impedir los ataques y sorpresas.. 266
V.—Obras de defensa que deben construirse.—Fortificacion de las estaciones. 270

TERCERA PARTE.

TELÉGRAFOS EMPLEADOS EN LAS VÍAS FÉRREAS.

CAPÍTULO PRIMERO.

Material de las líneas y estaciones telegráficas.

I.—Idea general de los telégrafos eléctricos. 279
II.—Material de las líneas telegráficas.—Herramientas y útiles que se usan en ellas. 284
III.—Material de las estaciones telegráficas.—Manipulador y receptor. 295

Páginas.

IV.—*Conmutador.—Timbre.—Pararayos, etc.* 305
V.—*Pilas eléctricas* 317

CAPÍTULO SEGUNDO.

Construccion, servicio y entretenimiento de los telégrafos.—Averías.

I.—*Construccion de las líneas telegráficas* 321
II.—*Instalacion y montaje de las estaciones telegráficas* 342
III.—*Trasmision y recepcion de los despachos telegráficos* 352
IV.—*Trabajos de entretenimiento y conservacion* 356
V.—*Averías y perturbaciones.—Manera de conocerlas y remediarlas* 366

APÉNDICE.

Material móvil.—Datos aplicables á los trabajos en las vías férreas.

I.—*Indicaciones sobre el material móvil.—Elementos de que consta* 381
II.—*Diferentes clases de vehículos.—Formacion de los trenes* 385
III.—*Vagon de socorro.—Modo de encarrilar una locomotora* 390
IV.—*Trazado de las curvas de las vías.—Rectificacion de las que se encuentren estropeadas* 395
V.—*Fórmulas y tablas que pueden aplicarse en las operaciones explicadas en los capítulos anteriores* 405
VI.—*Datos relativos al material y obras de los caminos de hierro* 414

ERRATAS.

Página.	Línea.	Dice.	Debe decir.
15	11	superficie.	superficie plana
17	18	estrías.	filetes.
30	21	carriles *L* y *V*,.. . . .	carriles *L* y *O*,
31	8	la de la derecha.. . .	la de la izquierda
37	última	del puente..	de la placa.
41	3	(figura 81).	(figura 79)
48	10	ocho ruedas.	seis ruedas
48	32	figura 95,.	figura 96,
49	12	figura 96..	figura 97
49	18	figura 97..	figura 98
53	5	crea.	se crea .
55	11	balla.	valla
71	5	figura 42;.	figura 43;
171	33	habriria.	abriria
193	9 y 10	barómetro..	manómetro
288	32	condensa..	y condensa
288	33	y se emplea,.	se emplea,
306	26	dese.	desée.
308	19	atraiga.	no atraiga
308	20	se apoye.	no apoye
310	22	aparato.	aparato receptor.
311	14	boton *n*.	boton *T*
382	20	0^{m},85	0^{m},085

Láminas.

Lámina 18, figura 17 *A*, falta una *m* en la manivela.

Lámina 19, á la figura que está á la derecha de la 24 le falta el número 29.

Lámina 22, á la figura 11 le falta una *A* debajo del número 0,61.

Lámina 27, á la figura 20 le falta la *b* de las tornapuntas.